

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Liberec 2012

Ing. Božena Hégrová



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra energetických zařízení

Studijní rok: 2011/2012

Řídicí systém pro laboratorní úlohu

-

The control system for laboratory task

Autor: **Ing. Božena Hégrová**

Akademický rok: **2011/2012**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Novotný, CSc.**



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení **Ing. Božena Hégrová**

Studijní program **Magisterský - M2301 Strojní inženýrství**

Obor **2302T010 Konstrukce strojů a zařízení**

Zaměření **Tepelná technika**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje
diplomová práce na téma:

Řídicí systém pro laboratorní úlohu

Zásady pro vypracování

(hlavní cíle diplomové práce a doporučené metody pro vypracování)

- 1) Navrhněte rozšíření stávající úlohy pro větrání s rekuperací a ohřevem vzduchu. Prošetřete možnost připojení instalovaného kotle Viessman k řídicí jednotce.
- 2) Provedte rešerši dodávaných řídicích jednotek vhodných pro výuku předmětu specializace.
- 3) Navrhněte konfiguraci řídicí jednotky s osazením akčními členy včetně cenových relací. V návrhu akceptujte i možnost dálkového přístupu k řídicí jednotce přes datovou sběrnici. Nakreslete technologické schéma.
- 4) V simulačním programu řídicí jednotky realizujte laboratorní úlohu řízení teploty přiváděného vzduchu.

- původní zpráva: cca 40 stran

- grafické práce: dle potřeby

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

- [1] Ladislav Šmejkal, Marie Martinásková: PLC a automatizace. 1. díl, Základní pojmy, úvod do programování , Praha : BEN, 1999, ISBN 80-86056-58-
- [2] Ladislav Šmejkal: PLC a automatizace. 2. díl, Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky, BEN - technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-087-3
- [3] Karel Papež a kolektiv: Energetické a ekologické systémy budov 2 : vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení, Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007, ISBN 978-80-01-03622-8
- [4] <http://www.tecomat.com/index.php?a=cat.308>,
<http://www.tecomat.com/index.php?a=cat.308>, (online 1.12.2011)
- [5] Dvořák V., Šulc J., Urbášek J. :Technická měření návody na cvičení, Technická Univerzita v Liberci, Liberec 2005

Vedoucí diplomové práce **Ing. Petr Novotný, CSc.**

L.S.

Doc. Ing. Václav Dvořák, PhD.

vedoucí katedry

Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.

děkan

V Liberci dne 6.3.2012

Prohlášení

Byla jsem informována a seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo). Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že

s o u h l a s í m

s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.). Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem diplomové práce.

Datum 26.5.2012

Podpis

Poděkování

Zvláštní poděkování bych chtěla věnovat panu Ing. Petru Novotnému, CSc., za odborné vedení a cenné rady při sestavování systému a programování řídicí jednotky. Poděkování náleží také ochotným zaměstnancům oslovených společností za jejich aktivní pomoc a trpělivý přístup při výkladu a při zpracovávání podkladů.

Abstrakt

Řídicí systém pro laboratorní úlohu zahrnuje přehled současné nabídky nejznámějších výrobců řídicích systémů a akčních členů z oblasti klimatizace a větrání, včetně užšího výběru dalších využitelných ovládacích a funkčních prvků z jiných technických odvětví. Získané teoretické podklady jsou následně využity pro návrh a stavbu automatizačního systému dosud manuálně ovládané klimatizační soustavy, využívané v laboratoři Katedry energetických zařízení pro účely výuky a testování nových technologií i řešení v této oblasti. Práce obsahuje také variantu dálkového ovládání řídicí jednotky pomocí datové sběrnice, včetně softwarové simulace řízení teploty přiváděného vzduchu. Vedle zvýšení využitelnosti stávajícího systému je cílem také přiblížení komplexní klimatizační jednotky ke komerčně využívaným řešením v průmyslových provozech a kancelářských budovách.

Klíčová slova: automatizace, automatická klimatizace, klimatizační soustava, rekuperace

Abstract

The control system for laboratory task includes an overview of the current offer of the famous manufacturers of control systems and actuators in the field of air conditioning and ventilation, including a shortlist of other usable controls and functional elements in other technical sectors. The theoretical basis is then used to design and building automation system still manually operated air conditioning system used in the laboratory of the Department of Energy facilities for teaching and testing new technologies and solutions in this area. The work also includes a variant of the remote control unit via a data bus, including software simulation of the supply air temperature control. Besides increasing the level of ergonomics to the existing system is also a comprehensive approach to air conditioning units used by commercial solutions in industrial plants and office buildings.

Key words: automation, automatic air-conditioning, air-conditioning system, heat recovery

Obsah

Úvod.....	10
Kapitola 1	11
1 Charakteristika úlohy pro větrání s rekuperací a ohřevem vzduchu	11
1.1 Laboratorní klimatizační jednotka s mechanickým ovládáním.....	11
Kapitola 2	17
2 Analýza trhu s řídicími jednotkami, vhodnými pro klimatizační systémy	17
2.1 Domácí výrobci	17
2.2 Zahraniční výrobci.....	21
2.3 Přehled cen	23
Kapitola 3	26
3 Rozšíření úlohy pro větrání s rekuperací a ohřevem vzduchu	26
3.1 Antibakteriální filtrace	27
3.2 Zvlhčování a odvlhčování vzduchu	29
3.3 Snižování hluku.....	30
3.4 Eliminace vodních kapek.....	32
3.5 Uzavírací klapka se servopohonem.....	33
3.6 Shrnutí navržených rozšíření.....	35
Kapitola 4	37
4 Návrh konfigurace řídicí jednotky s osazením akčními členy	37
Kapitola 5	42
5 Simulace řízení teploty přiváděného vzduchu.....	42
5.1 Návrh úlohy	42
5.2 Zpracování simulace úlohy.....	44
Závěr.....	47
Seznam literatury	48
Seznam obrázků	49
Seznam tabulek.....	50
Seznam příloh	51

Seznam použitých zkratek

zkratka	celý pojem	český význam
BIPV	<i>Building Integrated Photovoltaics</i>	budovy s integrovanou fotovoltaihou
DPH	<i>daň z přidané hodnoty</i>	daň z přidané hodnoty
HVAC	<i>heating, ventilation, air conditioning</i>	vytápění, ventilace, klimatizace
LKJ	<i>laboratorní klimatizační jednotka</i>	laboratorní klimatizační jednotka
MaR	<i>měření a regulace</i>	měření a regulace
PIN	<i>personal identification number</i>	identifikátor
TUL	<i>Technical University of Liberec</i>	Technická univerzita v Liberci
TZB	<i>Technické zařízení budov</i>	Technické zařízení budov
VZT	<i>vzduchotechnika</i>	vzduchotechnika

Úvod

V době snižování spotřeby veškerých energií a celkového omezování nákladů ve všech oblastech lidského života je nutné klást důraz na sofistikovanější a komplexnější systémy, které z odpadních produktů jakékoliv povahy separují maximální možné množství energie a znovu využitelných surovin. Za ideální lze považovat taková zařízení a postupy, které získané prostředky zároveň dokáží přeměnit na další produkty či dokáží o tyto prostředky zvýšit svou produktivitu.

Příkladem z oblasti klimatizací může být jednoduchý systém ukrytý v některých historických budovách v centru Prahy, kde je pro chlazení vzdušiny využito vody z Vltavy, která je odváděna k základům budov potrubními systémy. Novodobá budova Main Point na Rohanském nábřeží v pražském Karlíně s tímto systémem a jedinečným designem dokonce sklidila mezinárodní uznání v podobě získaného certifikátu Leed Platinum, který zohledňuje zejména ekologičnost, úspornost a vliv na okolní prostředí. Main Point se tímto zapsal mezi desítku takto oceněných budov v Evropě. Zajímavou alternativou může být také propojení systémů VZT s dalšími moderními směry, kterými jsou například BIPV (Building Integrated Photovoltaics), který může zahrnovat kombinaci se solárními panely pro ohřev a chlazení médií, čímž lze dosáhnout účinnosti konverze slunečního záření až 60%. Velkému zájmu se těší také stále častější osazování budov zelení, a to nejen na střeších a terasách.

Posláním této práce je tedy především příprava podkladů a námětů pro možná rozšíření stávající LKJ Alteco o další klasické prvky běžně využívané v klimatizačních jednotkách, včetně návrhu kompozic s moderními systémy, kterými mohou být filtrační větve pro vzdušinu s mikro a nanočásticemi, díly s detektory nebezpečných plynů a varianta s dálkovým ovládáním. Podrobnější rozpracování vybraných variant tak může být vhodným zadáním pro závěrečné práce z řad studentů Fakulty strojní, kteří zde budou moci prohloubit své znalosti i praktické zkušenosti a v budoucnu přispějí k rozvoji tohoto odvětví.

Kapitola 1

1

Charakteristika úlohy pro větrání s rekuperací a ohřevem vzduchu

Shrnutí dostupných poznatků a charakteristik stávající mechanicky ovládané klimatizační jednotky včetně popisu jednotlivých členů a jejich funkcí. Analýza potenciálu jednotky pro účelné rozšíření stávající konfigurace s ohledem na názornost pro účely výuky a přihlédnutí k dispozičním možnostem laboratoře. Rešerše současné nabídky dodávaných řídicích jednotek. Zpracování technického návrhu řešení rozšířeného o další v praxi využívané členy.

1.1 Laboratorní klimatizační jednotka s mechanickým ovládáním

Současná laboratorní klimatizační jednotka je ovládána mechanicky, bez automatizačního systému. Sestavena je z několika jednotlivých, vzájemně propojených a rozebíratelných dílů, které jsou v sestavě vyfotografované na obr. 1.1. Přehlednější náhled je vyobrazen ve schématu jednotky na obr. 1.2. Řešení zohledňuje funkci systému jak v letním, tak zimním období, přičemž chlazení a ohřev zajišťují dílčím způsobem vodovodní okruhy s horkou a studenou užitkovou vodou. Studená voda není nikterak chlazena, tudíž je chladicí schopnost systému závislá na aktuální teplotě vody ve vodovodním řádu laboratoře. Ohřev teplé vody je zajištěn kotlem Viessmann Vitodens 200. Klimatizační jednotka je navržena a zkonstruována dle teoretického výpočtu s uvažovaným ideálním fyzikálním chováním plynů a kapalin. Při výpočtu zároveň nebyly uvažovány požadavky na objem nasávaného a zpracovávaného vzduchu s ohledem na místo a využití systému, tedy ryze pro výuku a laboratorní účely. Konstrukce v době zadání práce neobsahuje subsystém pro vlhčení vzdušiny.

Umístění

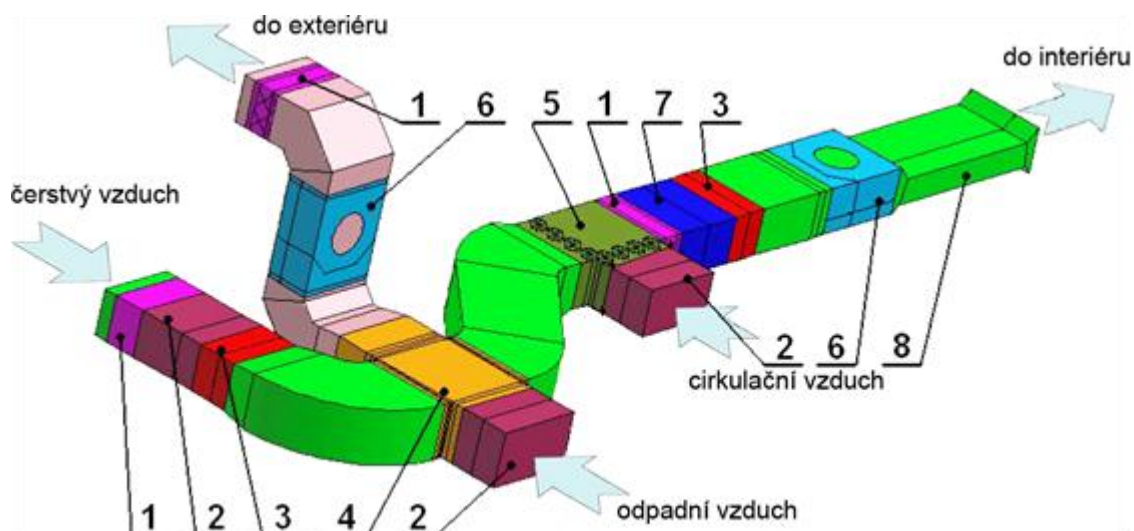
V současné době je zařízení umístěno v přízemí budovy E na TUL, kde je rozloženo spolu s dalšími rozměrnými měřicími a testovacími sestavami. Především podélný prostor pro rozšíření LKJ Alteco je tedy jedním z prvních omezení, která budou předmětem studia navrhovaných řešení v následujících kapitolách této práce.



Obr. 1.1: Aktuální konfigurace sestavy laboratorní klimatizační jednotky

Prostředí

Klimatizační jednotka je rozložena v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu pohybující se kolem 60%, přičemž barometrický tlak je průměrně měřitelný v hodnotách kolem 96 kPa. Podrobnější přehled naměřených veličin je pro úplnost uveden v tabulce 1.1, včetně snímačů a měřidel, které byly k měření použity.



Obr. 1.2: Model klimatizační jednotky s mechanickým ovládáním ⁽¹⁾

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. regulační klapka | 5. směšovací díl |
| 2. filtrace | 6. radiální ventilátor |
| 3. předehřev, dohřev | 7. chlazení |
| 4. rekuperační výměník | 8. tlumič |

Ze schéma na obrázku obr. 1.2 lze vyčíst, které členy slouží pouze k vedení vzdušiny systémem (sv. růžová, sv. zelená barva), a které členy přímo působí na vlastnosti a proudění vzdušiny uvnitř klimatizační jednotky. Podrobnější popis jednotlivých dílů a jejich účel v KJ je popsán v následujícím textu.

Parametry prostředí v interiéru			
	vzduch	voda	přístroj
teplota [°C]	24,20	-	laboratorní teploměr MLW
tlak [Pa]	96,21	-	barometr DP 1148/2
hustota [kg/m ³]	1,10	989	manometry UMK a Sera
vlhkost [%]	60	-	vlhkoměr Bonaire BT 400

Tabulka 1.1: Parametry prostředí v místě rozložené LKJ Alteco
(údaje slouží pouze pro orientaci)

Tepelný výměník pro chlazení vzdušiny

Zařízení bez pohyblivých součástí, které využívá ke chlazení vodu z vodovodního řádu laboratoře bez dalších fyzikálních či chemických úprav, viz obr. 1.3. Proces chlazení vzdušiny je zajištěn prouděním vzduchu ve třech řadách vystřídanych trubek. Výměník je dimenzován rozměry 250x560x400mm a kondenzát je odváděn do sběrné nádoby.



Obr. 1.3: Tepelné výměníky pro chlazení (vlevo) a ohřev (vpravo)

Tepelný výměník pro ohřev vzdušiny

Podobně jako výměník pro chlazení vzdušiny je také výměník pro ohřev pasivní součástí bez pohyblivých členů, přičemž ohřev vzdušiny je zajištěn pomocí vystřídanych devíti trubek pro každou jednotlivou řadu. Pro zvýšení efektivity přenosu tepla je potrubí doplněno žebrováním. Rozměry výměníku jsou dimenzovány na 250x560x200mm. Viz obr. 1.3.

Ventilátor

Aktivní člen s radiálně usazeným ventilátorem, poháněný asynchronním elektromotorem s frekvenčním měničem. Lopatky ventilátoru jsou kruhového tvaru s dopředným zahnutím. Ventilátor je dimenzován na 500x500x480mm. Použitým konstrukčním materiálem je pozinkovaný nerezový plech, zvolený ve většině také u zbývajících členů LKJ. Viz obr. 1.4.



Obr. 1.4: Ventilátorový díl (člen a asynchronní motor)

Směšovací člen

Aktivní člen klimatizační jednotky, uvnitř něhož je mechanicky regulováno šest svisle uložených a vzájemně rovnoběžných klapek, které jsou umístěny vedle sebe s postupným půdorysným řazením do pravého úhlu. Regulace směšování je zajištěna celkovým propojením klapek, kdy otevření jedné části odpovídá přiměřenému uzavření druhé části směšovacího členu. Zařízení je dimenzováno na 580x365x460 mm. Viz obr. 1.5.



Obr. 1.5: Rekuperační výměník (vlevo) a směšovací díl (vpravo)

Rekuperační výměník

Pasivní člen klimatizační jednotky, vybavený celkem 25 průchozími řadami žebrování ve všech směrech. Výhodou rekuperačního výměníku je mimo jiné také úspora energie, která je potřeba pro pohon ventilátorového dílu. Z rekuperátoru lze také vyjmout (vložit) letní vložku, podstatně snižující vnik tepla do okruhu klimatizační jednotky. Viz obr. 1.5.



*Obr. 1.6: Kondenzační kotel Viessmann Vitodens 200
(vlevo provedení nerez z katalogu výrobce, vpravo umístění u stanice LKJ na TUL)*

Kotel Viessmann Vitodens 200

Kondenzační kotel Viessmann Vitodens 200 je plynový kotel s tepelným výkonem 24kW (viz obr. 1.6). Při zapojení k vodním cirkulačním okruhům laboratorní klimatizační jednotky slouží pro ohřev vody a následně v tepelném výměníku také k ohřevu vzdušiny. Pro školní účely je vhodný zejména kvůli vysoké bezpečnosti a dlouhé životnosti. Výhodou je zároveň velmi nízká produkce škodlivých emisí. Produkt je kladně hodnocen také v článku z 8.2.2001 na internetovém portálu tzb-info.cz pod názvem „Kondenzační kotel Vitodens 200“.

Kapitola 2

2

Analýza trhu s řídicími jednotkami, vhodnými pro klimatizační systémy

Druhá kapitola této práce je analýzou současné nabídky dodávaných řídicích jednotek, které jsou vhodné pro využití v laboratoři pro účely řízení stávajícího klimatizačního systému. V elektronické verzi této práce lze v kapitolách českých a zahraničních výrobců přejít na domácí stránky společností přes podtržený nadpis s obchodními jmény jednotlivých výrobců.

2.1 Domácí výrobci

Nákup českých produktů a spolupráce s českými výrobci řídicích jednotek může přinést řadu výhod nejen z pohledu komunikace při řešení technických problematik, ale především ochotu přizpůsobit výrobek na míru zákazníkovi dle individuálních požadavků. Často sehrává důležitou roli také poradenství v podobě nonstop linek a podrobných manuálů, které bývají u zahraničních výrobců nezdědka vedeny pouze v anglickém jazyce.

Teco, a. s.

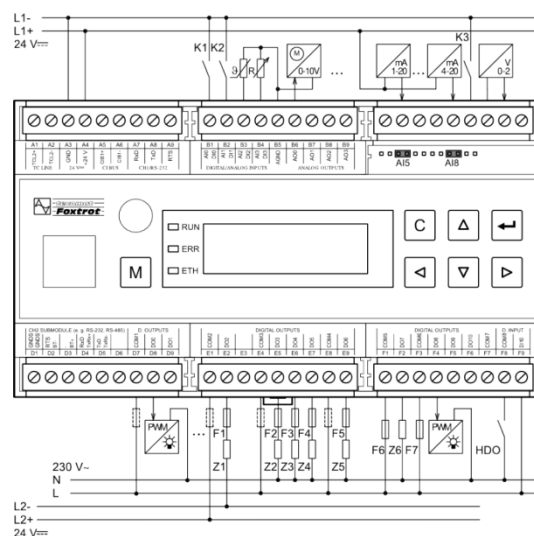
Středočeský výrobce, původem z Kolína, který má jednu z nejširších nabídek řídicí techniky vyrobené v České republice. Nezanedbatelným zvýhodněním této společnosti oproti konkurenci, z pohledu budování rozšiřujících prvků klimatizační jednotky, je dlouhodobá spolupráce s TU v Liberci na Fakultě strojní a na Fakultě mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, v celé řadě oblastí řízení.

Pro potřeby rozšíření laboratorní klimatizační jednotky se jeví jako vhodná modelová řada Tecomat Foxtrot, která umožňuje dálkové ovládání přes celou škálu využitelných rozhraní. Systém Foxtrot vychází ze starší a rozměrnější modelové řady TC700. Svými funkcemi je plně kompatibilní s ČSN EN 61131, které nově zasahují hlouběji do IT, online ovládání i přístupů a telekomunikace. ⁽²⁾ Dle technického oddělení výrobce se jednotlivé modely z řady Tecomat Foxtrot liší především počtem a typem (PIN) vstupů a výstupů pro připojené členy a indikačními či ovládacími prvky. Ke každému modulu je možné přikoupit rozsáhlou řadu funkčních doplňků a nástaveb od dotykově ovládaných operátorských stanic až po jednotlivá čidla a senzory.

Společnost Teco, a.s., dodává ke svým modulům také vývojové prostředí Mosaic, které nabízí rozsáhlé možnosti úprav kódu a funkcí, simulaci činností automatu, nástroje pro ladění programu a detekci programátorských chyb. Samozřejmostí je rozsáhlá knihovna nápovědy a příkladů včetně vizualizací. Aplikace je dostupná zdarma v demoverzi na internetových stránkách výrobce.



Obr. 2.1: Modul Tecomat Foxtrot CP-1018⁽²⁾



jednotky. Pro přenos dat a možnost dálkového ovládání je CP-1018 vybaven Ethernetovou zásuvkou, díky které je možno jej připojit do sítě nebo přímo k PC.

REMAK, a. s.

Společnost REMAK, a. s., z Rožnova pod Radhoštěm se prezentuje především kvalitou svých výrobků i chodu celé společnosti, ke kterým každoročně využívá externí auditory na ISO 9001: 2000. Dále je držitelem následujících certifikátů z oblasti kvality: CQS, IQNet, TÜV, GOST, ESBE AB. Ke svým výrobkům může nabídnout také prodlouženou záruku 5 let. V referencích je možné nalézt jak české zákazníky, tak četné zahraniční. Výhodou tohoto výrobce je mimo jiné také obsáhlá internetová prezentace, v níž lze snadno nalézt manuály, tipy a rady pro využití i nastavení jednotlivých výrobků. Pro školy může být zajímavý Program spolupráce, na který společnost vynakládá každoročně, společně s kulturou, statisíce korun.



Obr. 2.3: Řídicí modul REMAK LORZJ 2 ⁽³⁾



Obr. 2.4: Sestava řídicí jednotky REMAK VCB ⁽³⁾

REMAK, a. s., se soustředí především na komplexní systémy v oblasti VZT. V nabízeném sortimentu produktů tedy lze narazit především na automatizované celky (viz obr. 2.4), které lze dále uživatelsky programovat na základní úrovni, tzn. úpravou teploty, otáček apod. Například oproti TECO a.s. je zde o poznání méně prostoru pro uživatelské modifikace systému, kterým dává REMAK, a. s., přednost pod svou záštitou. V případě zaměření na konkrétní díly nabízených řešení tak lze separovat univerzální řídicí jednotku VCB, která je navržena vždy na míru dané klimatizační jednotky. Složení tohoto zařízení je provedeno v rozvaděčové skříni z řídicího modulu REMAK LORZJ (viz obr. 2.3 a obr. 2.5) a několika dílů jiných výrobců (ABB, SIEMENS, SCHRACK). Řídicí jednotka umožňuje zároveň také ochranu elektromotorů, elektrického ohřívače a protimrazovou ochranu vodního

ohříváče. Další funkce jsou podrobněji rozepsány v příloze této práce pod názvem „Remak: Řídící jednotka VCB a její funkce“. ⁽³⁾



Obr. 2.5: Detail řídicích prvků (vpravo regulátor Siemens RWD62 v provedení REMAK) ⁽³⁾

Systémy výrobce REMAK je možné navrhovat a testovat skrze grafické prostředí aplikace AeroCAD, který lze stáhnout na stránkách výrobce zdarma. Uvedený software je dle zástupců společnosti určen projektantům, technikům a cíleně také studentům se specializací na TZB. Svým intuitivním ovládáním a minimální potřebou znalosti programování se jeví jako vhodný nástroj pro začátky s virtuálními systémy VZT.

WILKOP - trade, spol. s r. o.

Společnost WILKOP - trade, spol. s r. o., se orientuje na projektování a výrobu řídicích jednotek pro systémy TZB, včetně dodávek kompletní montážní dokumentace pro každý jednotlivý systém. Výrobky této společnosti využívá ve svých systémech řada dodavatelů komplexních systémů VZT, například AZ Klima, Systemair, MSV a další.

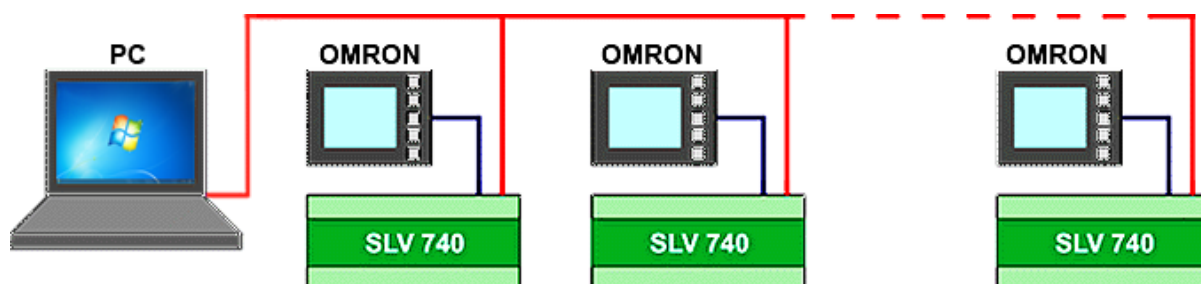


Obr. 2.6: Řídící modul SLV 740 s dotykovým panelem MST 740

(Autor: WILKOP trade, spol. s r. o.)

Řídící jednotky tohoto výrobce jsou široce programovatelné, modifikovatelné a pro tyto účely WILKOP poskytuje také rozsáhlou technickou podporu jak psané, tak online či telefonické podpory. Spolupráce s touto společností by byla nejvíce vhodná pro studenty, kteří se orientují více na elektrotechniku a hlubší pochopení možností a funkcí řídicí techniky.

V nabídce je ŘJ s dálkovým ovládáním zastoupena modulem SLV 740, propojeným s dotykovým panelem MST 740 Omron (obr. 2.6). Řídicí komplet umožňuje regulaci libovolné technologie z oblasti HVAC a to jak v autonomních, tak i centralizovaných systémech řízení. Systém umožňuje přístup k jednotce online. Obr. 2.7 zachycuje možné zapojení systému, přičemž panel Omron pouze zaznamenává regulační proces. Pomocí PC lze přistoupit k autonomnímu regulování skrze každou řídicí stanici zvlášť. Využívány jsou protokoly MODBUS a INTERBUS.



Obr. 2.7: Příklad centrální regulace pomocí PC s dálkovou správou
(Autor: WILKOP trade, spol. s.r.o., upraveno)

K sestavě SLV 740 / MST 740 Omron je k dispozici servisní software, umožňující instalaci a úpravy v systému. Mezi ně patří modifikace regulačních konstant, změny binárních hodnot a význam binárních vstupů, změny kontaktních a bezkontaktních výstupů, simulace hodnot veškerých snímačů včetně reakce ŘJ atd. ⁽⁴⁾

2.2 Zahraniční výrobci

Ze zahraničních výrobců řídicí techniky jsou pro potřeby této práce uváděni pouze ti, kteří mají silné a aktivní zastoupení v České republice. V průběhu tvorby diplomové práce byla identifikována řada firem, které se oblasti VZT věnují, avšak nabízejí svá řešení s řídicími systémy od subdodavatelů. Rovněž tyto společnosti jsou s ohledem na náplň diplomové práce vypuštěny.

SIEMENS

Mezinárodní výrobce působící v mnoha inženýrských, ekonomických a zdravotnických odvětvích. Mezi korporacemi je znám velmi širokým portfoliem nabízených produktů a služeb, které však vzájemně nemusí být vždy kompatibilní z pohledu starší výrobek oproti novějšímu. Společnost SIEMENS v tomto ohledu upřednostňuje inovaci celých technologických celků.

Technické oddělení společnosti v Čechách doporučuje pro oblast vzduchotechniky a řízení komplexní řešení z modelové řady SIEMENS Synco Living. Internetová prezentace produktu jej uvádí větou „nový standard pro řízení technologií HVAC“. Jedná se bezdrátový systém automatizace využívaný zejména pro domácnosti. Seznam doplňujících komponent a modifikací pro systém Synco je uveden v příloze této práce pod názvem *SIEMENS Synco living – jednotlivé části systému*.



Obr. 2.8: Regulátor Synco 700 s modulem RMZ78x a ovládací jednotkou RMZ790
(Autor: SIEMENS CZ)

Výhodou regulátorů Synco™ 200 jsou malé rozměry, což může ovlivnit rozpočet při výběru rozvodové skříně. Regulátor Synco™ 100 rozvodovou skříň nevyžaduje vůbec, neboť je instalován přímo na technologii. Řídící jednotkou vyhovující také v oblasti datového přenosu pomocí sběrnice jsou regulátory řad Synco™ 700 a Synco™ Living, které využívají otevřenou komunikaci KNX, zejména využívanou v kombinaci s HVAC.

Regulátor Synco™ 700 je základem řídicího systému. Může být rozšířen o nové funkce připojením rozšiřujícího modulu a k úpravám předprogramovaných kódů lze využít jednu ze dvou ovládacích jednotek RMZ790či RMZ791 (viz obr. 2.8) . K připojení do sítě a komunikaci s PC slouží port Ethernetu, vestavěný přímo do samotného regulátoru. ⁽⁵⁾

GEA Air Treatment

Společnost GEA Air Treatment se všemi svými divizemi tvoří mezinárodní koncern specializující se na veškerá odvětví vzduchotechniky. V Čechách dlouhodobě působí divize zabývající se tepelnými výměníky, GEA Heat Exchangers a.s. se sídlem v Liberci. Právě poloha, ideální specializace a dlouhodobý vliv na místní technická odvětví jsou dobrým předpokladem pro navázání aktivní spolupráce.

Pro ovládání centralizovaných i decentralizovaných sestav VZT, resp. HVAC, nabízí GEA jednotný systém MATRIX, který se dá přizpůsobit až do 450 různých variant řešení. Vlastní řídicí jednotky jsou vyráběny jako komponent do rozvodové skříně či s ovladačem a LCD do místnosti v případě decentralizovaného ovládání.



Obr. 2.9: Systém GEA MATRIX - řídicí jednotka, ovládání a sestava v rozvodové skříně

Pro dálkové ovládání je využíván výrobcem navržený MATRIX.net či MATRIX.Lon pro ovládání žaluzií, osvětlení a podobně. V případě potřeby úpravy předinstalovaného řídicího programu je možné provést jeho úpravy pomocí servisní aplikace MATRIX.PC, kterou lze využít také k testování jednotky, sledování výkonu a simulacím.

2.3 Přehled cen

V tabulce 2.1 je sepsán souhrn cenových nákladů s DPH na nákup řídicích systémů a jednotek, které byly vybrány pro účely této práce k regulování LKJ. V tabulce je zejména nutné rozlišovat komplexnost jednotlivých zařízení, neboť například řídicí jednotky Tecomat Foxtrot jsou jediným prvkem bez periférií, zatímco Remak VCS je kompletní řídicí systém včetně

regulátorů, periférií, propojovacích prvků a také rozvodové skříně. Důležitým faktorem při výběru řídicího systému je rovněž požadavek na konfigurovatelnost zakoupeného řešení. Jelikož velmi pravděpodobně REMAK či GEA dodají kompletní řídicí systém, bude se na jeho dané sestavení vztahovat také záruka a veškeré změny tak bude nutné provádět přes servisního technika za příslušné náklady. Výhodou tohoto nákladnějšího řešení je však spolehlivost a rychlost řešení případných komplikací či poruch.

Ceny vybraných řídicích systémů a jednotek			
	Položka	popis	cena [Kč]
1	Siemens Synco 700 RMZ790	ovládací panel s displejem	16 300
	Siemens Synco 700 RMU710B-4	univerzální regulátor	
2	Tecomat Foxtrot CP-1016	ŘJ s displejem	14 900
3	Tecomat Foxtrot CP-1006	ŘJ bez displeje	11 475
4	GEA MATRIX	Kompletní řídicí systém	39 526
5	Wilkop SLV 740 s panelem MST 740	ŘJ a ovladač	14 175
6	REMAK VCS	Kompletní řídicí systém	43 664
	Položka		cena [Kč]
	průměrná cena za ŘJ s regulátorem		14 212
	průměrná cena za kompletní řídicí systém		41 595

*Tabulka 2.1: Ceny řídicích systémů a jednotek
(vhodných pro řízení LKJ)*

Volbou nákupu jednotlivých komponent například u společnosti Teco lze dosáhnout snížení investic do budoucí konfigurace o náklady na servisní zásahy. Zapojení řídicí techniky může být dle schémat provedeno také studenty či zaměstnanci TUL, čímž je však systém vystaven pravděpodobnosti špatného zapojení a poškození se ztrátou záruky za daný prvek.

Závěrečné vyhodnocení

Doporučení této kapitoly je po výše uvedených zjištěních soustředěno spíše na výběr mezi komplexním systémem řízení a řídicí jednotkou. Z již zmíněné tabulky 2.1 je patrný minimální

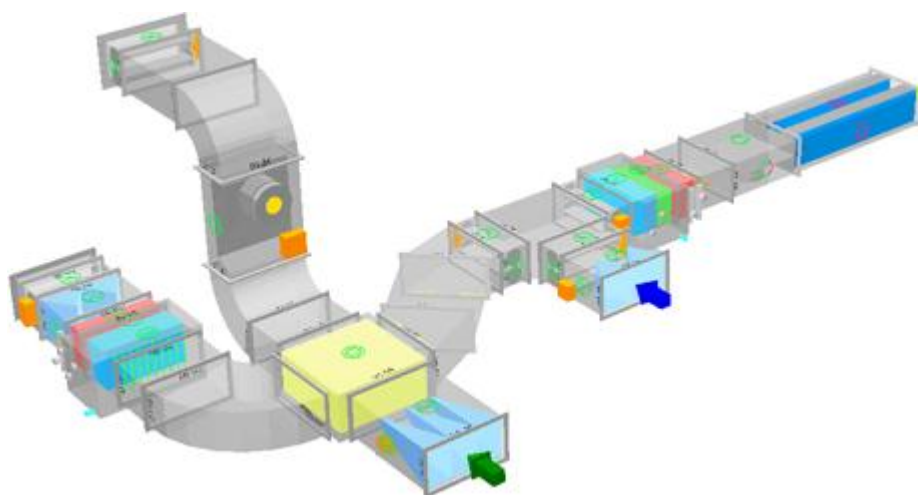
rozdíl cen jednotlivých prvků dané kategorie v porovnání s celkovou cenou LKJ, která je v kapitole 3, této práce, vypočtena na cca 80 000 Kč. Lze shrnout, že každý z uvedených výrobců je schopen nabídnout systém odpovídající nabídce konkurence s případným dokoupením doplňujících prvků pro maximální rozsah využití.

Do vyhodnocení tak mohou výrazněji zasáhnout další požadavky například na bezpečnost (otevřené zařízení / zařízení v rozvaděči), intuitivnost ovládání, náročnost na změnu konfigurace, kompatibilita jednotlivých prvků s konkurencí a rozsah možností dodávaného software. Právě software, ve kterém by bylo možné navrhnout celý řídicí systém včetně jednotlivých komponent vzduchotechniky spolu s matematickým výpočtem fyzikálních vlastností a simulací chodu, může být zásadním důvodem pro zvolení daného výrobce s ohledem na maximální rozsah využití pro potřeby výuky a variability jednotlivých laboratorních zadání. Stejnou měrou i kompatibilita s jinými výrobci sehraje důležitou roli pro budoucí rozšíření LKJ a propojení s dalšími systémy, jako je například ovládání VZT přes GSM bránu, internet, atd.

Podrobný rozbor vlastností jednotlivých řídicích systémů byl vypuštěn, neboť oblast VZT je v dnešní době již silně normalizována a jednotlivé řídicí systémy jsou nahraditelné. Každý výrobce nabízí několik modelových řad svých výrobků, jejichž podrobný popis je volně dostupný na internetu.

Rozšíření úlohy pro větrání s rekuperací a ohřevem vzduchu

Analýza potenciálu LKJ pro účelné rozšíření stávající konfigurace s ohledem na názornost pro účely výuky a přihlédnutí k dispozičním možnostem laboratoře. Zpracování technického návrhu řešení, rozšířeného o další, v praxi využívané členy. Kompletní návrh bude také oceněn dle aktuálních ceníků dodavatelů. Projekt obsáhne také variantu s připojením ovládání kotle Viessman Vitodens 200 k automatizovanému řídicímu systému.



*Obr. 3.1: Současná konfigurace klimatizační jednotky
(vytvořeno v prostředí AeroCAD)*

Pro výchozí představu byl vypracován model současné LKJ v AeroCADu od společnosti REMAK (viz obr. 3.1). Výběr aplikace byl čistě náhodný, s přihlédnutím k dostupným vizualizacím. Licenci AeroCADu dodává výrobce zdarma. AeroCAD obsahuje 3D prostředí, do kterého je možné vkládat jednotlivé díly VZT přímo z knihoven a následně provést simulaci a výpočet vlastností zvolené konfigurace. Zohledněny jsou požadované parametry na VZT i

parametry prostředí včetně nadmořské výšky. Ve verzi zdarma je však omezený přístup k řídicím prvkům a tvorbě schémat zvolené konfigurace. Po dokončení modelu byl vytvořen soupis využitého materiálu s navýšením 10% z celkové ceny na nákup spojovacích dílů, neboť REMAK tyto díly nevyrábí. Podrobná kalkulace je v příloze této práce pod názvem „Ocenění současné konfigurace LKJ“, celkový souhrn je zobrazen v tabulce 3.1, která uvažuje cenu za nákup nového zařízení bez řídicí techniky. Ceny neobsahují obchodní slevy.

Odhad ceny nové laboratorní klimatizační jednotky	
položka	cena
součet nákladů na díly REMAK	68 589 Kč
+ 10% na spojovací díly	6 859
cena celkem	75 448 Kč

Tabulka 3.1: Náklady na nákup nové laboratorní klimatizační jednotky při současné konfiguraci

3.1 Antibakteriální filtrace

Moderní filtrační systémy využívají pro likvidaci nežádoucích mikroorganismů ve vzdušině nanočástice stříbra. Ve specifických případech lze narazit také na varianty obohacené nanočásticemi zinku. Většina komerčně využívaných filtrů je sestavena z uvedeného antibakteriálního filtru s nanočásticemi, dále z HEPA filtru, který dokáže zachytit částice o velikosti desetin mikronu. Navazující část s aktivním uhlím zachytává nežádoucí pachy a ionizátor napomáhá sedimentaci pomocí ionizace a následného shlukování částic prachu ve vzdušině.

Účinek stříbra ve filtrech

Částice Ag(0) je klasické stříbro. Má 47 protonů a stejný počet elektronů, čímž získává neutrální náboj, nevyvíjející antibakteriální vlastnosti. Ag(+) oproti Ag(0) nese 46 elektronů vůči 47 protonům, což jej činí ionizovaným kationtem.

Právě kladný náboj je základem pro projevy antibakteriálních vlastností, vůči kterým si bakterie nedokáží vyvinout obranyschopnost. S kationty nanočástic stříbra se proto lze setkat v široké řadě biologických odvětví. ⁽⁶⁾



*Obr. 3.2: Kapsový a vložkový filtr
(výrobce REMAK)*

Kapsové a vložkové filtry

Kapsové filtry jsou nejčastěji využívány pro ochranu prostředí v interiérech a ke snížení degenerace teplosměnných ploch ve výměnících. Preferované umístění je na vstupech do klimatizačního potrubí. Klasickou vložkou je netkaná textilie. Vložkové filtry jsou obecně využívány jako předstupně silnějších filtrů a slouží k „hrubému“ pročištění vzduchu od pevných částic a vláken v kategorii G3 s ohledem na zvolenou filtrační vložku.

Cenové náklady na filtraci s částicemi stříbra			
položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Antialergický filtr s Ag a apatitem	990	3	2 970
Kombinace HEPA filtru s Ag	790	3	2 370

*Tabulka 3.2: Cenové náklady na filtraci s částicemi stříbra
(ceny jsou orientační)*

Využití je shodné s kapsovými filtry. Oba typy filtrů lze osadit vložkami s nanočásticemi stříbra a tím dosáhnout snížení zastoupení mikrobiologických složek ve vzdušině. Oba typy filtrů zachycuje obr. 3.2, cenovou kalkulaci rozšíření tabulka 3.2.

3.2 Zvlhčování a odvlhčování vzduchu

Rozšířením LKJ o modul zpracovávající vlhkost ve vzduchu se navýší schopnost jednotky působit nejen na pohodu uvnitř místnosti, ale také dojde k posílení přímých vlivů na zdraví obyvatel. V případě biologických složek ve vzdušině, způsobujících problémy s dýchací soustavou člověka, je nejvhodnější vlhkost vzdušiny kolem 60%, což generuje prostředí, obtížně snesitelné pro tyto mikroorganismy. Stejnou měrou je nadpoloviční vlhkost vzduchu vhodná pro snížení fluktuace mikročástic ve vzdušině, což pozitivně snižuje alergenitu prostředí.⁽⁷⁾



Obr. 3.3: Doporučené umístění zvlhčovače vzduchu

Zvlhčovač bývá nejčastěji umístěn u výstupu z KJ kvůli minimalizaci rizika zkondenzování vodní páry v akčních členech jednotky (viz obr. 3.3). Zároveň je větší volný prostor za zvlhčovačem vhodný pro rozptýlení vodní páry ve vzdušině. V případě nutnosti instalace mezi dílce VZT je výrobcem doporučeno dodržet vzdálenost 1,5 násobku zvlhčovací dráhy (kvůli bezezbytkové absorpci vodních par do vzdušiny a minimalizaci výskytu bakterií a plísní) od navazujících akčních členů. Z výše popsaných důvodů je tedy vhodné umístit zvlhčovač až na konec KJ, zejména za ventilátory.⁽⁸⁾

Cenové náklady na zvlhčování vzdušiny			
položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Parní zvlhčovač	3 415	1	3 415

Tabulka 3.3: Cenové náklady na zvlhčování vzdušiny

Vybraný zvlhčovač byl určen jako vhodný pro LKJ v návrhovém prostředí AeroCAD. Tvoří jej volitelná soustava trubic s řadou výstupů pro proudění páry do vzdušiny. V základu je osazen základním hygrostatem pro regulaci výkonu zvlhčovače a omezovacím hygrostatem regulujícím výkon v případě, že by mohlo dojít ke kondenzaci vodních par. Zvlhčovač je navržen s odnímatelným spodním panelem pro snadný přístup k rozvodným trubicím. Náklady na pořízení zvlhčovače shrnuje tabulka 3.3.

3.3 Snižování hluku

Ventilátory jsou v klimatizačních jednotkách producenty hluku a vibrací, které se dále mohou šířit potrubím jak ozvěnou, tak chvěním. Může tak docházet jak ozvěně, tak ke klepání o okolní prvky, k uvolňování šroubů apod. Vyčíslení cenových nákladů na snížení těchto projevů shrnuje tabulka 3.4.



*Obr. 3.4: Tlumicí vložka a tlumič hluku
(výrobce REMAK)*

Tlumicí vložka

Pro snížení vibrací je v rámci rozšíření LKJ navržena čtveřice čtyřhranných tlumících vložek, snižujících také pnutí v potrubí a tepelné dilatace materiálů (viz obr. 3.4 vlevo). Nejčastěji bývá umístěna před a za ventilátorovými díly, jak je navrženo. Vhodná je však také těsně za vstupními a výstupními členy. Jako materiál společnost REMAK používá pozinkovaný plech a pásy PVC společně s polyamidovým textilním tlumičem s výztuhami. Vodivého propojení je dosaženo pomocí měděného pletence.

Tlumič hluku

Pro snížení hluku procházejícího potrubím je používán tlumič hluku (viz obr. 3.4). Výrobce REMAK doporučuje před tlumič vložit metrovou (nebo delší) část přímého potrubí, kvůli srovnání rychlostních poměrů v proudění vzdušiny. Účinnost tlumení lze navýšit prostým vložením dalšího tlumiče bezprostředně za předchozí tlumič. Materiálem kostry může být klasický pozink i nerez. Uvnitř výrobku se o tlumení stará řada kulís, povrchově upravených nehořlavou skelnou tkaninou dle DIN 4102 (německá norma pro požární odolnost a její zkoušení).

Cenové náklady na snížení hluku			
položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Tlumící vložka	474	4	1 896
Tlumič hluku	2 103	1	2 103

Tabulka 3.4: Cenové náklady na snížení hluku

Cenová dostupnost tlumiče hluku může být vhodným předpokladem pro doplnění LKJ o další shodný prvek a jeho využití k laboratorním úlohám, zaměřeným na měření a snižování hluku. Doplnující měření může být založeno na chování vzdušiny při prostupu jedním a dvěma tlumiči za sebou. Náklady viz tabulka 3.4.

Hluk ve vzduchotechnice a jeho útlum

Hluk je vnímán jako rušivý zvuk, který negativně ovlivňuje člověka nejen v ohledu na jeho zdraví, ale také v ohledu na výkon jeho práce. Mezi hlučné elementy ve VZT se počítají zejména ventilátory, sací a výfukové členy, pračky apod. Vyšší hladina negativně působí na výkon a vnitřní klid člověka při výkonu pracovní činnosti. Ke tlumení hluku ve VZT dochází několika způsoby, mezi které patří tzv. přirozený útlum v každé z částí VZT (vyjma částí hluk produkujících). Celková míra tlumení hluku KJ je dána součtem tlumivosti každého dílu VZT. ^(9, 10) Tlumení lze provést také instalací vybraných členů do VZT (viz výše). Problematické se teoreticky i v příkladech věnuje řada odborných publikací, ze kterých lze čerpat při přípravě laboratorní úlohy.

Vytvoření laboratorní úlohy na téma snižování hluku v prostředí má tedy reálné základy opřené také o technickou literaturu. Během výuky i cvičení tedy může zpracování úlohy studentem účelně propojit jeho teoretické znalosti s praxí.

Zajímavým příkladem k zamyšlení o rušivosti prostředí může být i otevřené kancelářské uspořádání tzv. „openspace“, které je vnášeno do naší společnosti ze západních zemí jako efektivní. Paradoxně je však pro tvůrčí práci doporučena maximální hladina hluku ve výši 50 dB (tzn. například otáčení listů papíru), která je často překračována hovorem, zvoněním mobilních telefonů či diskusí zaměstnanců. Tím vzniká prostor pro nesoustředěnost a chybování.

3.4 Eliminace vodních kapek

Pro eliminaci zkondenzované vlhkosti v potrubí jsou využívány eliminátory kapek (viz obr. 3.5), které lze montovat bez nutnosti instalace samostatných závěsů. Nesmí však docházet k pnutí a kroucení v místě vložení tohoto členu mezi ostatní díly klimatizační jednotky. Vstupující vzdušina musí být prostá mechanických částic a agresivních složek způsobujících korozi. Eliminátor by měl být do KJ navržen jako demontovatelný.⁽⁸⁾



Obr. 3.5: Eliminátor kapek
(výrobce REMAK)

Rozšíření LKJ o eliminátor kapek je velmi žádoucí s ohledem na jeho důležitost za rekuperačním výměníkem. Právě ve výměníku a za ním může docházet ke kondenzaci vlhkosti, neboť se zde setkává teplý proud vzduchu s chladnějším. V konfiguraci LKJ měl být správně uvažován již při návrhu. Náklady viz tabulka 3.5.

Cenové náklady na eliminaci zkondenzované vlhkosti			
položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Eliminátor kapek	2 419	1	2 419

Tabulka 3.5: Cenové náklady na eliminaci zkondenzované vlhkosti

3.5 Uzavírací klapka se servopohonem

Hlavní úlohou uzavírací klapky v systému je regulace přívodního vzduchu. Vybraná uzavírací klapka se servopohonem (viz obr. 3.6) oproti mechanicky ovládané navíc zajišťuje havarijní ochranu zejména v zimních měsících, kdy chrání klimatizační jednotky vybavené vodními chladiči a ohříváči vzdušiny, což je právě případ rozšiřované LKJ, která má vodní ohříváč i chladič umístěn bezprostředně za nasáváním a filtrem přívodního vzduchu.



*Obr. 3.6: Uzavírací klapka se servopohonem
(výrobce REMAK)*

Navržený servomotor uzavírací klapky je napájen napětím 230V a umožňuje zároveň dálkové ovládání pomocí řídicí jednotky. Mechanicky ovládané uzavírací klapky

jsou na navrhovaných místech umístěny také v konfiguraci bez rozšíření. Jsou však provedeny pouze v mechanickém provedení, čímž může docházet k degradaci ohřívače a chladiče. Uzavírací klapka je vyrobena z pozinkovaného plechu. Lze však zakoupit také provedení nerez.

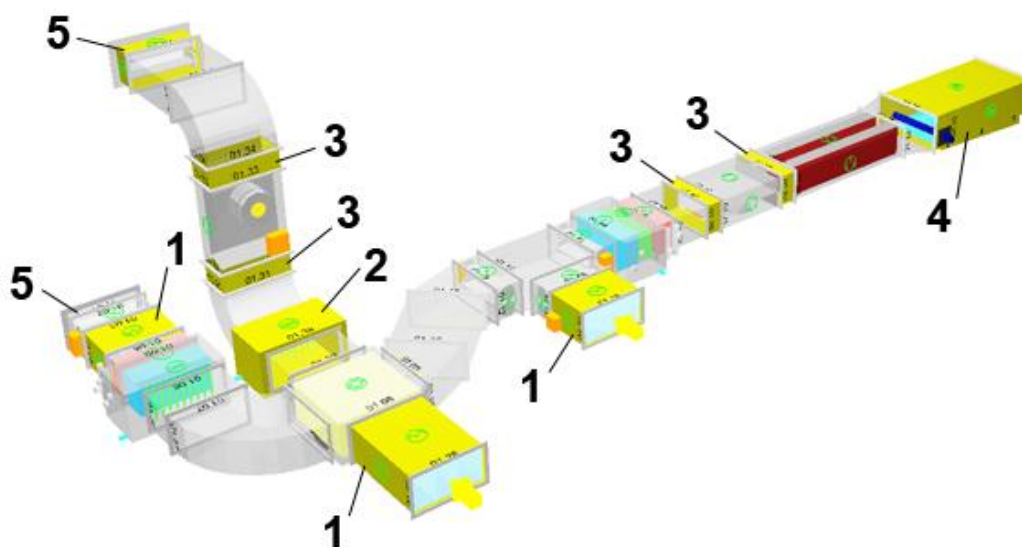
Cenové náklady na bezpečnostní klapku			
položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Uzavírací klapka se servopohonem	4 315	1	4 315

Tabulka 3.6: Cenové náklady na bezpečnostní klapku

Osazení klimatizační jednotky uzavírací klapkou se servopohonem také v odvodní větvi s odpadním vzduchem není v rozporu s doporučením výrobce. Zde by však docházelo pouze k ochraně ventilátoru a níže uloženého eliminátoru kapek. Pro laboratorní měření je regulace odpadního vzduchu za ventilátorem spíše nezajímavá a proto je v závěrečném návrhu pro rozšíření LKJ uvedena pouze jedna uzavírací klapka se servopohonem pro přívodní větev s nasávaným vzduchem z exteriéru. Cenové náklady na pořízení popsané uzavírací klapky shrnuje tabulka 3.6.

3.6 Shrnutí navržených rozšíření

Doporučená rozšíření jsou přehledně vyobrazena a zvýrazněna žlutou barvou níže na obr. 3.7. Souhrn veškerých nákladů na nákup navrhovaných komponent je přehledně zpracován v tabulce 3.7. Navržené prvky lze rozdělit do dvou kategorií s ohledem na přínos pro výuku studentů Fakulty strojí. Pro zadávání a demonstraci názorných laboratorních prací je jistě nejprínosnější úprava LKJ o zvlhčovač vzduchu a eliminátor kapek. Jedná se o intenzivně využívaná zařízení, instalovaná ve valné většině klimatizačních jednotek.



Obr. 3.7: Návrh rozšíření konfigurace laboratorní klimatizační jednotky
(navrženo v prostředí AeroCAD)

Zajímavým rozšířením však může být také filtrace s nanostříbrem, která nepřímo deleguje spolupráci s jinými pracovišti na TUL, zabývajícími se výzkumem mikrobiologie. V laboratorní úloze by se studenti seznámili s konstrukcí a funkcí filtračního systému a zároveň by mohli k ústí potrubí klimatizační jednotky do interiéru přiložit Petriho misku s agarem. Po týdnu by bylo možné porovnat četnost porostu na agaru při použití filtrů se stříbrem a filtrů se samotnou netkanou textilií. Další úlohou může být měření provozního hluku s tlumiči a bez nich. Jako nejméně přínosné pro účely výuky se jeví rozšíření o uzavírací klapku se servopohonem, které však může prodloužit životnost zařízení, pokud bude LKJ využívána častěji než doposud a v zimním období.

Součet nákladů pro všechny navržené úpravy LKJ				
1	Cenové náklady na filtraci s částicemi stříbra			
	položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
	Antialergický filtr s Ag a apatitem	990	3	2 970
	Kombinace HEPA filtru s Ag	790	3	2 370
2	Cenové náklady na eliminaci zkondenzované vlhkosti			
	položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
	Eliminátor kapek	2 419	1	352
3	Cenové náklady na snížení hluku			
	položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
	Tlumicí vložka	474	4	1 896
	Tlumič hluku	2 103	1	2 103
4	Cenové náklady na zvlhčování vzdušiny			
	položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
	Parní zvlhčovač	3 415	1	3 415
5	Cenové náklady na bezpečnostní klapku			
	položka	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
	Uzavírací klapka se servopohonem	4 315	1	4 315
Celkové náklady na rozšíření stávající konfigurace				
	součet			19 488
	+10% na spojovací díly a příslušenství			1 949
	cena celkem			20 437

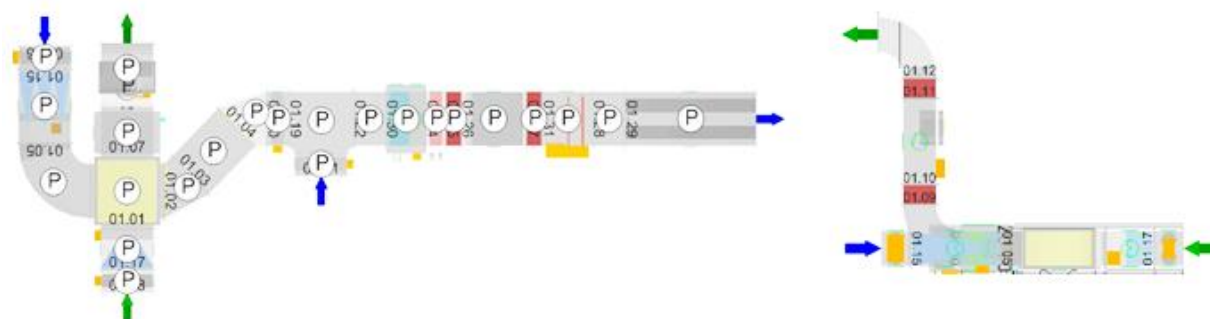
Tabulka 3.7: Výpočet celkových nákladů na navrhovaná rozšíření

Kapitola 4

4

Návrh konfigurace řídicí jednotky s osazením akčními členy

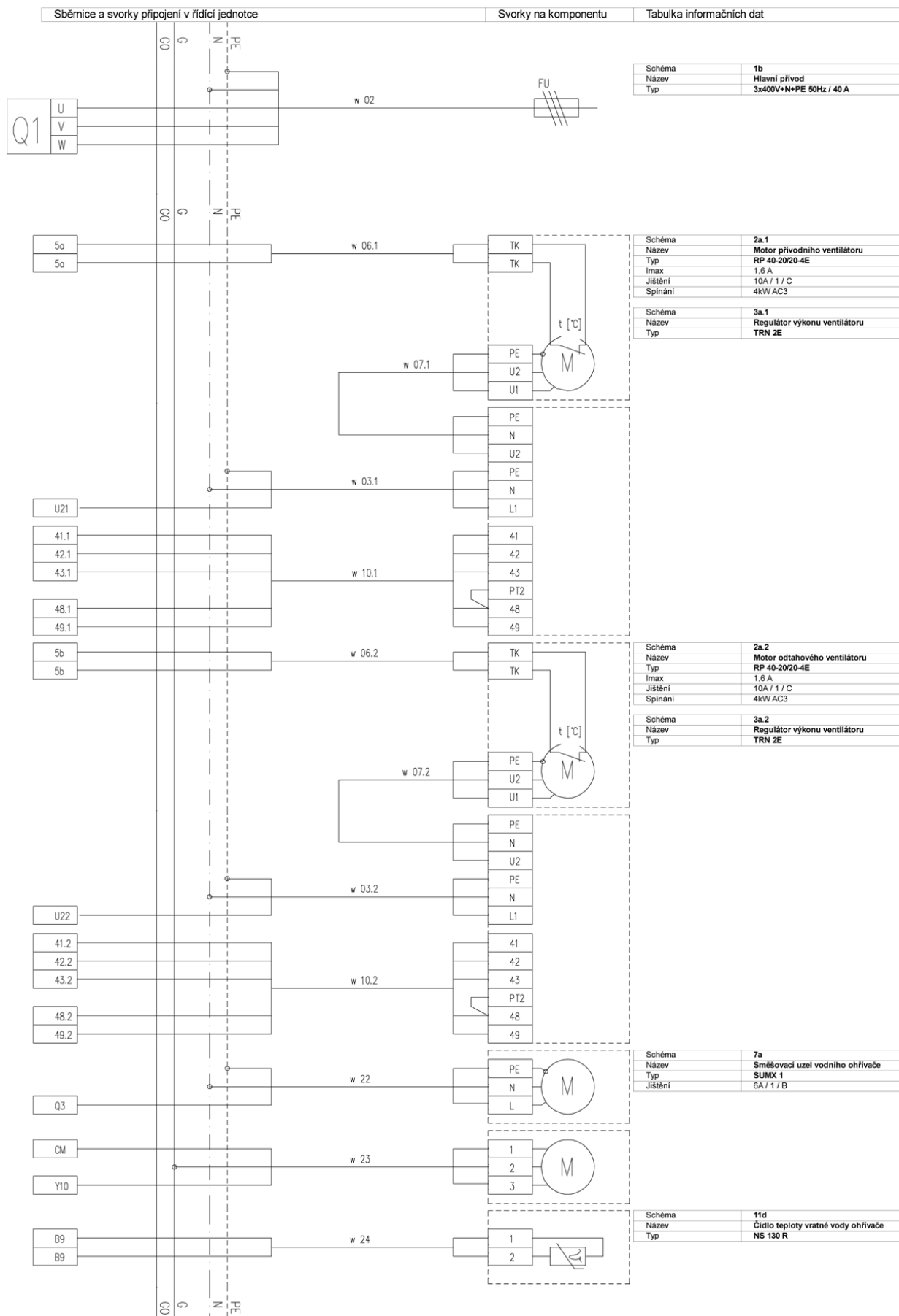
Návrh konfigurace řídicí jednotky a osazení LKJ měřícími a regulačními prvky byl proveden s pomocí aplikace AeroCAD, kterou zdarma nabízí na svém webu společnost Remak. Při tvorbě této práce byla vyvinuta snaha získat podobná návrhová prostředí také od jiných společností. Obdržené nabídky například od společnosti Teco (software Mosaic) byly vázané pouze na řídicí jednotku bez rozlišení vazeb na klimatizační jednotku. Valná většina aplikací však umožňovala simulaci pouze na displeji u reálně sestaveného zařízení, případně s výstupem a vstupem na webové rozhraní.

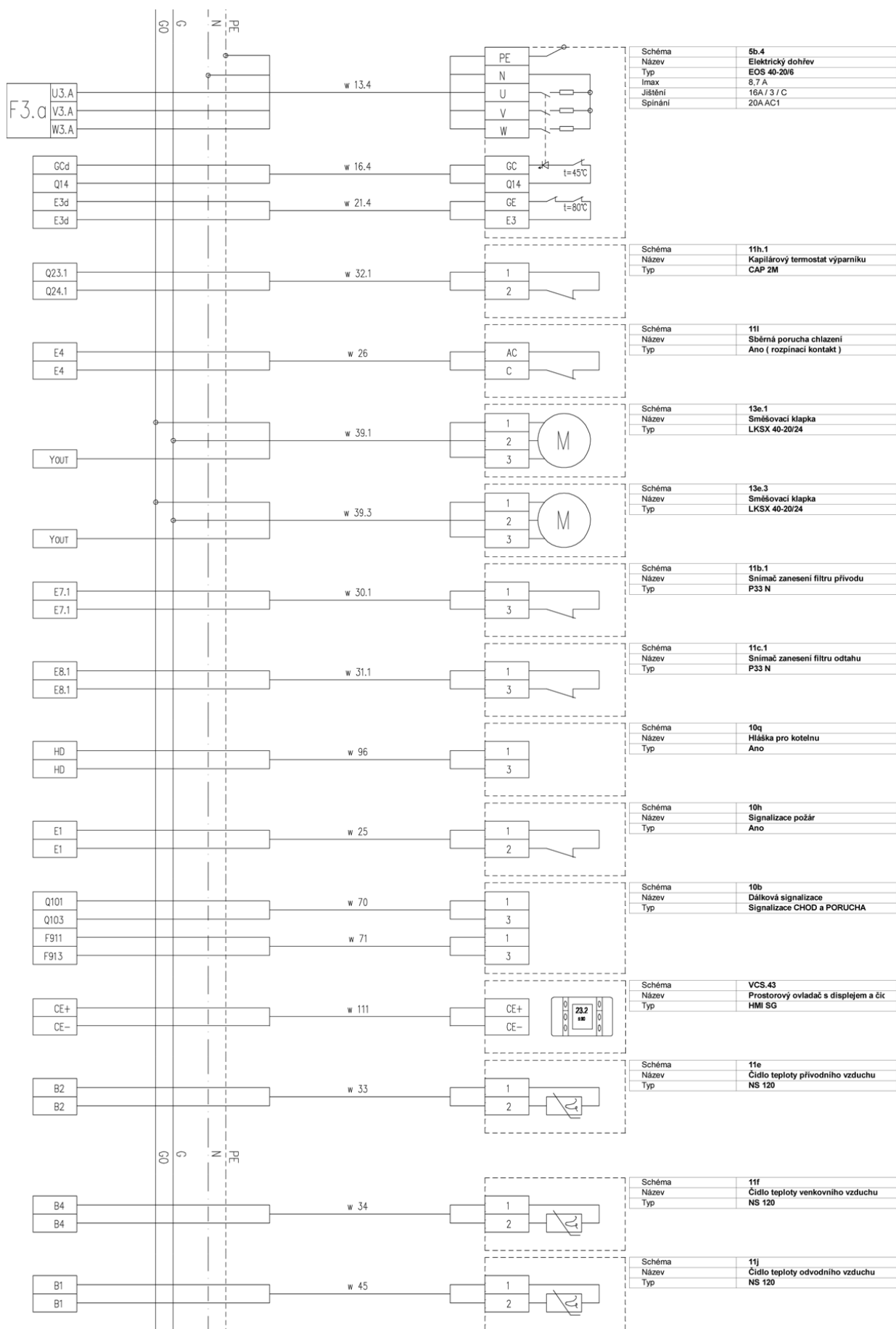


Obr. 4.1 schematicky zobrazuje rozmístění automatizačních a regulačních prvků z aplikace AeroCAD. Pozice jednotlivých členů jsou popsány čtveřicí čísel, která korespondují se sloupcem „umístění“ v tabulce 4.1. Ve stejné tabulce je uveden souhrn nákladů na pořízení MaR prvků včetně automatizace. Z pohledu cenové náročnosti se jeví jako výhodné zkombinovat výrobky Remak s jejich návrhářským projektovým prostředím AeroCAD a komplexní systém řízení vyměnit za programovatelnou samostatnou jednotku například od firmy Teco, která s TUL dlouhodobě spolupracuje. V případě volby právě uvedeného postupu by došlo ke změnám v níže uvedeném schéma z pohledu zapojení ŘJ.

Náklady na hlavní položky automatizovaného ovládacího systému				
položka	umístění	cena [Kč]	počet	celkem [Kč]
Snímač tlakové difference	01.15	2 419	1	1 600
Výparník	01.30	4 172	1	4 172
Kapilárový termostat	01.30	1 856	1	1 856
Eliminátor kapek	01.07	2 419	1	2 419
Protimrazové čidlo	01.24	1 680	1	1 680
Tlumič vložka	01.25, 01.26 01.10, 01.11	474	4	1 896
Regulátor výkonu	01.10 a 01.26	4 406	2	8 812
Snímač tlakové difference	01.17	1 600	1	1 600
Klapka uzavírací	01.20 a 01.21	4 315	2	8 630
Klapka uzavírací	01.16	6 031	1	6 031
Klapka uzavírací	01.18	3 680	1	3 680
Řídicí jednotka VCS	01.32	43 664	1	43 664
Místní ovladač s displejem	01.33	1 984	1	1 984
Čidlo NS 120	01.34	3 840	1	3 840
cena bez kompletního systému řízení				46 216
+ 20% na příslušenství (odhad)				9 243
cena celkem bez kompletního systému řízení				55 460
cena v součtu				91 846
+ 20% na příslušenství a technickou podporu při ladění (odhad)				18 370
cena celkem				110 216

Tabulka 4.1: Náklady na hlavní položky automatizovaného ovládacího systému





Řídicí jednotka je určena pro připojení, ovládání, řízení a ochranu výhradně komponent uvedených v následující konfiguraci :

Regulační / připojné místo	Připojený komponent / Hodnota	Číslo schématu
Hlavní přívod - hlavní vypínač	3x400V+N+PE 50Hz / 40 A	1b
Typ řídicího systému	VCS	
Přívodní ventilátor - M1	RP 40-20/20-4E	2a.1
Regulátor výkonu ventilátoru M1	TRN 2E	3a.1
Počet výkonových stupňů ventilátoru - M1	5	
Odtahový ventilátor - M2	RP 40-20/20-4E	2a.2
Regulátor výkonu ventilátoru M2	TRN 2E	3a.2
Počet výkonových stupňů ventilátoru - M2	5	
Další ventilátor - M3	Není připojeno	
Číslo aplikace ohřevu vzduchu	7	
Vodní ohřivač	VO 40-20/2R	
Regulační směšovací uzel	SUMX 1	7a
Protimrazové čidlo na straně vody	NS 130 R	11d
Doplňková protimrazová ochrana	Není připojeno	
Typ elektrického dohříváče	EOS 40-20/6	5b.4
Regulace elektrického dohřevu	ON/OFF (dvoubodové řízení)	
Průběžné vyhodnocení přídavných modulů	945/3b	
Využití výměníku v režimu	Chlazení	
Typ výparníku	VP 40-20/3R	
Kapilárový snímač výparníku 1.	CAP 2M	11h.1
Počet chladicích okruhů	1	
Způsob spinání chlazení	Beznapětový kontakt (max. 230V / 1A)	
Hlášení sběrné poruchy chlazení	Ano (rozpinací kontakt)	11l
Napájení a jištění kondenzační jednotky	Není připojeno	
Servopohon směšovací klapky (přívod)	LKSX 40-20/24	13e.1
Servopohon směšovací klapky (zkrat)	LKSX 40-20/24	13e.3
Způsob řízení směšování	Automaticky	
Snímač tlakové difference filtru 1 - přívod	P33 N	11b.1
Snímač tlakové difference filtru - odtah	P33 N	11c.1
Počet snímačů tlakové difference filtru	2	
Typ deskového rekuperátoru	HRV 40-20	
Hláška pro kotelnu (požadavek na teplo)	Ano	10q
Koncové spínače požárních klappek	Ano	10h
Dálkové hlášení poruchy / chodu systému	Signalizace CHOD a PORUCHA	10b
Externí řízení (kontakty)	Není	
Kompenzace dle kvality vzduchu	Není	
Přívod a odvod regulovat nezávisle	Ne	
Průběžné vyhodnocení přídavných modulů	945/2 - no	
Průběžné vyhodnocení přídavných modulů	945/4a	
Prostorový ovladač s displejem a čidlem	HMI SG	VCS.43
Způsob regulace teploty vzduchu	V prostoru (kaskádní regulace)	
Čidlo teploty přívodního vzduchu v potrubí	NS 120	11e
Čidlo teploty venkovního vzduchu	NS 120	11f
Přídavné čidlo prostorové teploty vzduchu	NS 120	11j
Průběžné vyhodnocení přídavných modulů	955/5c - no	
Typ přídavného modulu (údaj pro výrobní konfiguraci)	POL945-8IO - variant 3	
Typ přídavného modulu (údaj pro výrobní konfiguraci)	POL945-8IO - variant 4	
Typ regulátoru	POL635.00	
Typ přídavných modulů (výsledná kombinace)	2 x POL945-8IO	
Zdroj 24 V	35 VA	
Rozměr skříně řídicí jednotky	842x448x160	
Provedení skříně řídicí jednotky	Plastová s prosklením	
Krytí skříně řídicí jednotky	IP 65	

Obr. 4.2: Návrh zapojení MaR k ŘJ Remak VCS včetně soupisu komponent

Kapitola 5

5

Simulace řízení teploty přiváděného vzduchu

V této kapitole bude rozebrána jedna z možných variant znění úlohy Simulace řízení teploty přiváděného vzduchu. Možnosti realizace jsou dány dvěma vstupy. Prvním je absence jakékoliv vytvořené laboratorní úlohy k této KJ, ze které by bylo možné vycházet. Druhým vstupem je aktuální, resp. budoucí konfigurace laboratorní klimatizační jednotky. Simulačním prostředím pro realizaci úlohy z pohledu software bude aplikace Mosaic LITE ve verzi 2012.1. update 5, která je volně dostupná na stránkách výrobce.

5.1 Návrh úlohy

Ze čtvrtého bodu zadání diplomové práce vyplývá, že podstatou simulace má být regulace teploty (ohřev) vzdušiny přiváděného vzduchu. Poněkud nejednoznačně je tedy definováno, zdali má být regulována teplota vzdušiny pouze v přívodní větvi, či se „přiváděným vzduchem“ míní vzdušina „přiváděná“ do interiéru. Pro splnění zadání této práce je provedena náročnější varianta, zahrnující v sobě také tu první. Tzn. regulace teploty vzdušiny na přívodu do interiéru.

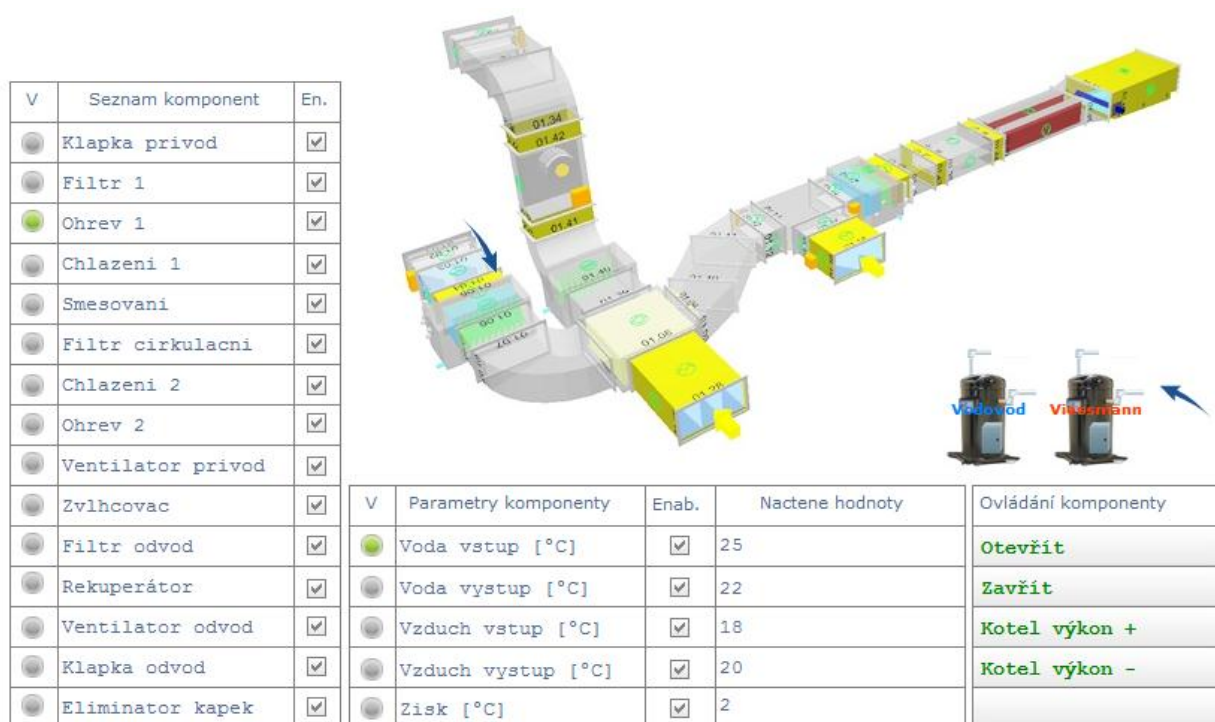
Plánovaný průběh měření

Student dostane zadání například v podobě „*Na LKJ proveďte energeticky nejméně náročnou regulaci teploty vzdušiny s pomocí ohřívacích či chladicích výměníků a směšovače.*“ V případě potřeby rozšíření úlohy lze zadat ověření naměřených dat výpočtem a v následující fázi vše

porovnat ještě s modelem LKJ a jeho parametry v AeroCADu. Níže uvedená simulace umožňuje k realizaci úlohy použít následující prvky:

- nasávací klapka
- ohřívací výměník 1
- chladicí výměník 1
- rekuperátor
- směšovač
- chladicí výměník 2
- ohřívací výměník 2
- zvlhčovač (s koncovým čidlem teploty)

Simulace počítá s aktivním zapojením plynového kotle Viessmann do procesu automatizace a řízení LKJ. Ovládání a grafické zpracování simulace je vyobrazeno na obr. 5.1.

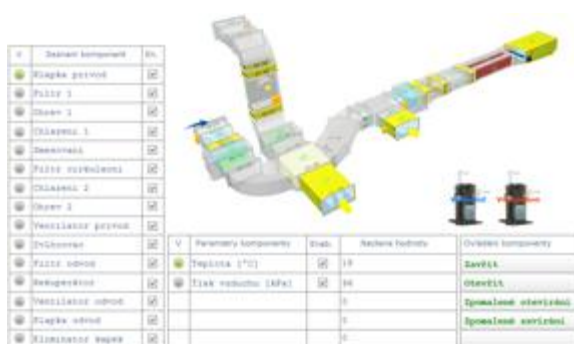


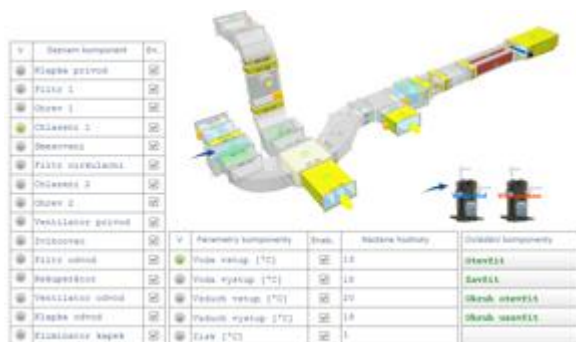
Obr. 5.1: Ovládací panel simulace v aplikaci Mosaic

Každá vybraná komponenta se po výběru levým tlačítkem myši v levém sloupci označí pomocí modré šipky. V případě chladicího a ohřívacího výměníku je šipkou označen také příslušný zdroj.

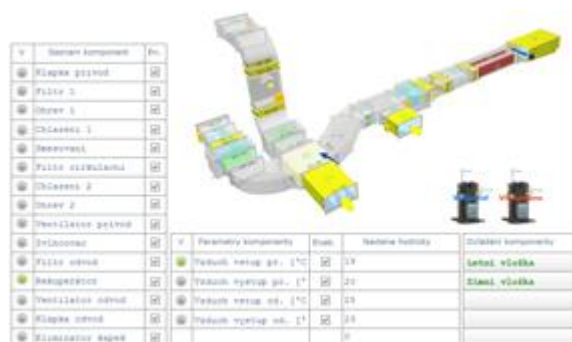
5.2 Zpracování simulace úlohy

V prostředí Mosaic je vstupním podkladem pro tvorbu simulace jedna z demoverzí, kterou dodala společnost Teco, a. s. Z pohledu možností programu bude pro potřeby této práce využita návrhová sekce WebMaker, přičemž důvody této volby jsou dva. Prvním důvodem jsou četné konzultace se společností Teco, a. s., z jejichž závěru vyplynula sekce WebMakeru, podpořená simulačním kódem, jako nejlepší varianta ve stávající fázi návrhu rozšíření konfigurace LKJ, neboť programový kód pro ŘJ má smysl vytvářet a ladit pouze na míru dané konfiguraci KJ. Druhým důvodem je přehlednost simulace, kterou právě WebMaker vyniká nad ostatními sekcemi programu, neboť jeho ovládací vstupy i výstupy jsou zpracovány schematicky (a číselně) v graficky zpracovaném prostředí, které dokáže pohodlně ovládat kdokoli bez potřeby předchozího školení o programování.



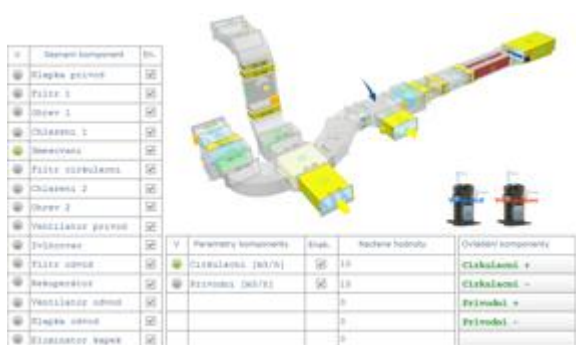


Obr. 5.4: Simulace přívodního chladiče a okruhu vodovodního řádu

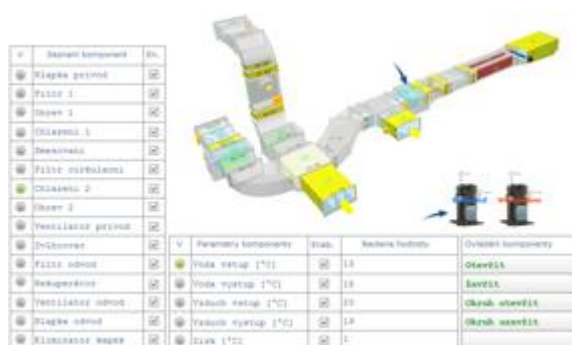


Obr. 5.5: Simulace rekuperátoru

Obr. 5.4 propojuje simulaci vodního chladiče na přívodní větví a cirkulačního okruhu vodovodního řádu. Jelikož není možno regulovat teplotu vody z vodovodu, návrh počítá s cirkulačním vodním okruhem, který by měl „pokojovou“ teplotu a proudil chladičem. V případě potřeby snížení teploty vody by byla do okruhu vpuštěna nová, chladnější voda z vodovodního řádu. Obr. 5.5 je simulací rekuperátoru, na němž je virtuálně počítáno se čtyřmi teploměry, po jednom u každého otvoru. Ovládacími prvky je symbolicky znázorněno vkládání a odebrání vložky, které bude pravděpodobně i nadále prováděno manuálně.

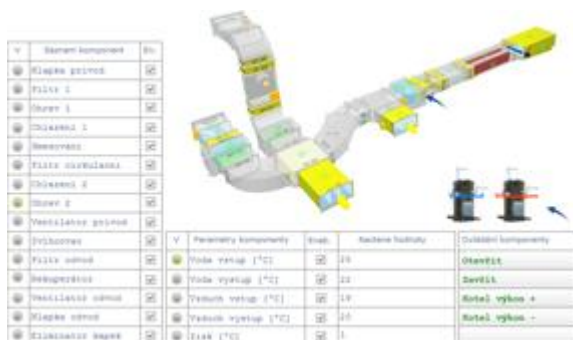


Obr. 5.6: Simulace směšovače

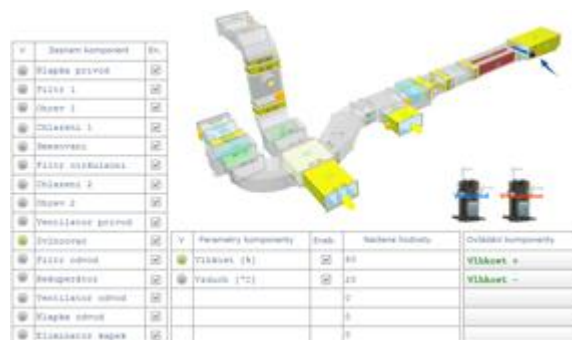


Obr. 5.7: Simulace chladiče 2

Obr. 5.6 zachycuje navržené ovládání směšovače. Tlačítka +/- se bude dát ovládat objem nasávaného vzduchu z přívodní a cirkulační větve. Rovněž je měřen průtok vzdušiny. Obr. 5.7 a obr. 5.8 znázorňují stejným způsobem ohřev a chlazení vzdušiny jako v případě návrhu u přívodní větve za nasávací klapkou a před rekuperátorem. Navržené příkazy a měřené veličiny zůstávají stejné. Obr. 5.9 je závěrem simulace, kde se počítá s připevněním měřidel za poslední díl – zvlhčovač. Vzhledem k zadání je měřena pouze teplota vzdušiny a s ohledem na umístění také vlhkost.



Obr. 5.8: Simulace ohříváče 2



Obr. 5.9: Simulace čidel na zvlhčovači

Možnosti simulace

V simulaci bude možno přepínat na jednotlivé komponenty a sledovat jejich parametry včetně údajů z měřících přístrojů v jejich bezprostřední blízkosti (či uvnitř). Pro účely simulace budou tyto hodnoty předdefinovány – v budoucnu budou snímány přímo z LKJ.

Budoucí využití simulace

Vytvořená simulace bude podkladem jak při podávání žádostí o granty na rozšíření LKJ, tak pro oslovené společnosti, které si TUL vybere pro realizaci uvažovaného projektu. Z názornosti a přehlednosti simulace bude také snazší odvodit jednotlivé přínosy plánovaného rozšíření a automatizace pro potřeby výuky. V aktuálním plánu je navázání na tuto simulaci a rozpracování zdrojového kódu pro zvolenou konfiguraci LKJ.

Závěr

Pojetí cílů této práce bylo vedeno k návrhu rozšíření stávající laboratorní klimatizační jednotky o rozšiřující prvky názornosti vhodné pro výuku studentů Fakulty strojní, včetně návrhu automatizačního systému spolu s vytvořením simulace řízení. Zohledněna byla také současná nabídka na trhu.

Pro účely získání podkladů pro tuto práci byla oslovena řada dodavatelů VZT a řídicích jednotek. Z předních výrobců lze zmínit Siemens, GEA, Carel, Remak, Teco, Wilkop, a další. Mezi nejaktivněji zapojené patří jednoznačně Remak, s jehož technickou podporou a intuitivně ovladatelným prostředím AeroCAD bylo možné bez zdoluhavých studií manuálů rekonstruovat stávající konfiguraci LKJ a efektivně pro ni navrhnout rozšíření. Velmi zajímavé by jistě bylo porovnat tyto zkušenosti s obdobným řešením jiných společností – bohužel však zájem podílet se na tomto projektu a poskytnout zdarma návrhové či simulační prostředí nebylo pro většinu oslovených společností natolik přínosné, aby se hlubší spolupráci zabývaly. Zejména z těchto důvodů byla tedy dána přednost výrobcům Remak pro rozšíření LKJ a Teco pro řídicí systém. Se zájmem ke spolupráci přistupovala taktéž společnost Siemens, která se soustředí především na automatizační systémy. Bohužel v její nabídce freeware není simulační prostředí pro ŘJ a návrhové prostředí pro konstrukce VZT.

Ke stávající konstrukci bez rozšíření lze shrnout, že v některých případech neobsahuje běžné prvky využívané v oblasti VZT, kterými jsou například tlumiče kolem ventilátorů, klapky chránící systém před namrzáním členů pracujících s vodou či eliminátor kapek. Důvodem však může být využití LKJ pouze pro výjimečné studijní účely a snaha o minimalizaci nákladů.

Při rekonstrukci stávající jednotky ve virtuálním prostředí AeroCAD zároveň došlo ke zviditelnění netradičního umístění rekuperátoru za chlazení a ohřev vzdušiny v nasávací větví, na což upozornila také sama aplikace. Zajímavým zadáním studentské práce by mohla být změna pozice rekuperátoru spolu s přestavbou jednotky s cílem sledovat změny vlastností nové konfigurace a následně fyzikálně naměřené výsledky porovnat s modelem jednotky i výpočtem jejího chování ve virtuálním prostředí.

Seznam literatury

1. **ŠVARC, Petr.** *Sestavná klimatizační jednotka s rekuperací.* Liberec : TU v Liberci, 2008. Diplomová práce. Vedoucí práce Ing. Václav Dvořák, Ph.D..
2. **TECO, a.s.** *Tecomat Foxtrot.* Kolín : Teco a.s., 2012. Katalog modelové řady Tecomat Foxtrot.
3. **REMAK, a.s.** *Řídicí jednotky, řada VCB.* Rožnov pod Radhoštěm : REMAK a.s., 2012. Katalog řídicí jednotky VCB.
4. **WILKOP-trade, spol. s r.o.** *Řídicí systémy pro vzduchotechniku a vytápění.* Zubří : WILKOP-trade, spol. s r.o., 2012. Katalog produktu SLV 740 / MST 740.
5. **SIEMENS CZ.** *Výběr z ceníku produktů pro vytápění a vzduchotechniku 2012.* Praha, ČR : SIEMENS CZ, 2012. Katalog produktů..
6. **VIRENDER, Sharma K., RIA, Yngard A. a YEKATERINA, Lin.** Silvernanoparticles: Green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in Colloid and Interface Science.* January 2009, Sv. Volume 145, Issues 1–2. Chemistry Department, Florida Institute of Technology, 150 West University Boulevard, Melbourne, Florida 32901, USA.
7. **PAPEŽ, Karel.** *Energetické a ekologické systémy budov 2.* Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03622-8.
8. **ČSN EN 13053 +A1(127005).** *Větrání budov - Vzduchotechnické manipulační jednotky - Hodnocení a provedení jednotek, prvků a částí.* [Norma]. Praha : Český normalizační institut, 2012. EAN 8590963892122.
9. **HIRŠ, Jiří a GEBAUER, Günter .** *Vzduchotechnika v příkladech 1.* Brno : CERM Akademické nakladatelství, 2006. ISBN 80-7204-486-9.
10. **HEMZAL, Karel.** *Regulace klimatizace.* Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03907-6.

Seznam obrázků

<i>Obr. 1.1: Aktuální konfigurace sestavy laboratorní klimatizační jednotky</i>	12
<i>Obr. 1.2: Model klimatizační jednotky s mechanickým ovládáním ⁽¹⁾</i>	13
<i>Obr. 1.3: Tepelné výměníky pro chlazení (vlevo) a ohřev (vpravo)</i>	14
<i>Obr. 1.4: Ventilátorový díl (člen a asynchronní motor)</i>	15
<i>Obr. 1.5: Rekuperační výměník (vlevo) a směšovací díl (vpravo)</i>	15
<i>Obr. 1.6: Kondenzační kotel Viessmann Vitodens 200</i>	16
<i>Obr. 2.1: Modul Tecomat Foxtrot CP-1018 ⁽²⁾</i>	18
<i>Obr. 2.2: Příklad zapojení binárních a analogových vstupů / výstupů základního modulu ⁽²⁾</i>	18
<i>Obr. 2.3: Řídící modul REMAK LORZJ 2 ⁽³⁾</i>	19
<i>Obr. 2.4: Sestava řídicí jednotky REMAK VCB ⁽³⁾</i>	19
<i>Obr. 2.5: Detail řídicích prvků (vpravo regulátor Siemens RWD62 v provedení REMAK) ⁽³⁾</i>	20
<i>Obr. 2.6: Řídící modul SLV 740 s dotykovým panelem MST 740</i>	20
<i>Obr. 2.7: Příklad centrální regulace pomocí PC s dálkovou správou</i>	21
<i>Obr. 2.8: Regulátor Synco 700 s modulem RMZ78x a ovládací jednotkou RMZ790</i>	22
<i>Obr. 2.9: Systém GEA MATRIX - řídicí jednotka,</i>	23
<i>Obr. 3.1: Současná konfigurace klimatizační jednotky</i>	26
<i>Obr. 3.2: Kapsový a vložkový filtr</i>	28
<i>Obr. 3.3: Doporučené umístění zvlhčovače vzduchu</i>	29
<i>Obr. 3.4: Tlumicí vložka a tlumič hluku</i>	30
<i>Obr. 3.5: Eliminátor kapek</i>	32
<i>Obr. 3.6: Uzavírací klapka se servopohonem</i>	33
<i>Obr. 3.7: Návrh rozšíření konfigurace laboratorní klimatizační jednotky</i>	35
<i>Obr. 4.1: Navržené rozložení regulačních a automatizačních prvků na LKJ</i>	37
<i>Obr. 4.2: Návrh zapojení MaR k ŘJ Remak VCS včetně soupisu komponent</i>	41
<i>Obr. 5.1: Ovládací panel simulace v aplikaci Mosaic</i>	43
<i>Obr. 5.2: Simulace přívodní klapky</i>	44
<i>Obr. 5.3: Simulace ohříváče 1</i>	44
<i>Obr. 5.4: Simulace přívodního chladiče a okruhu vodovodního řádu</i>	45
<i>Obr. 5.5: Simulace rekuperátoru</i>	45
<i>Obr. 5.6: Simulace směšovače</i>	45
<i>Obr. 5.7: Simulace chladiče 2</i>	45
<i>Obr. 5.8: Simulace ohříváče 2</i>	46
<i>Obr. 5.9: Simulace čidel na zvlhčovači</i>	46
	49

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1.1: Parametry prostředí v místě rozložené LKJ Alteco</i>	13
<i>Tabulka 2.1: Ceny řídicích systémů a jednotek</i>	24
<i>Tabulka 3.1: Náklady na nákup nové laboratorní klimatizační</i>	27
<i>Tabulka 3.2: Cenové náklady na filtraci s částicemi stříbra</i>	28
<i>Tabulka 3.3: Cenové náklady na zvlhčování vzdušiny</i>	29
<i>Tabulka 3.4: Cenové náklady na snížení hluku</i>	31
<i>Tabulka 3.5: Cenové náklady na eliminaci zkondenzované vlhkosti</i>	33
<i>Tabulka 3.6: Cenové náklady na bezpečnostní klapku</i>	34
<i>Tabulka 3.7: Výpočet celkových nákladů na navrhovaná rozšíření</i>	36
<i>Tabulka 4.1: Náklady na hlavní položky automatizovaného ovládacího systému</i>	38

Seznam příloh

Ocenění současné konfigurace LKJ	I
REMAK - řídicí jednotka VCB a její funkce	II
SIEMENS Synco living – jednotlivé části systému	III
TECO, a.s.: cenová nabídka rozšíření 1	IV
TECO, a.s.: cenová nabídka rozšíření 2	V

Ocenění současné konfigurace LKJ

Pozice	Název komponentu	Typové označení	Výrobní kód	ks	Cena celkem	Hmotnost (±10%)
01.16	Klapka uzavírací	LKSF 40-20/230	VLK004020FFZ	1	6 031 Kč	5,5
01.15	Filtr	KFD 40-20	VKD004020Z	1	1 878 Kč	9,9

01.05	Oblouk (REMAK nedodává)	OBL 40-20/90	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
01.01	Deskový rekuperátor	HRV 40-20	VHV004020Z	1	14 052 Kč	24,0
01.02	Oblouk	OBL 40-20/45	VOL014020Z	1	569 Kč	3,0
01.03	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 40-20/500	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
01.04	Oblouk	OBL 40-20/45	VOL014020Z	1	569 Kč	3,0
01.20	Klapka uzavírací	LKS 40-20/24	VLK004020XXZ	1	2 315 Kč	4,7
01.21	Klapka uzavírací	LKS 40-20/24	VLK004020XXZ	1	2 315 Kč	4,7
01.19	Odbočka (REMAK nedodává)	ODB 40-20/500	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
01.22	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 40-20/250	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
01.30	Přímý chladič	CHF 40-20/P31Z	VFC014020P31Z	1	3 174 Kč	25,1

	Kapilárový termostat	CAP 2M	31E60020501	1	1 856 Kč	
	Odvzdušňovací ventil	TACO	11Z10152002	2	502 Kč	
	Směšovací uzel	SUMX 1 (1)	VSU0210B-	1	12 541 Kč	
01.26	Ventilátor	RP 40-20/20-4E	VRP0040204EZ	1	7 267 Kč	18,4

01.31	Elektrický ohříváč	EOS 40-20/6	VEO02402006SZ	1	8 904 Kč	9,3
01.28	Trouba (REMAK nedodává)	TRB 40-20/250	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
01.29	Tlumič hluku	TKU 40-20	VTU004020Z	1	2 103 Kč	14,0
01.18	Klapka uzavírací	LKS 40-20/230	VLK00402023Z	1	3 680 Kč	4,7
01.17	Filtr	VFK 40-20	VVF004020Z	1	1 475 Kč	7,4

01.08	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 40-20/90	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
-------	-------------------------	---------------	--------	---	------	-----

01.10	Ventilátor	RP 40-20/20-4E	VRP0040204EZ	1	7 267 Kč	18,4
-------	------------	----------------	--------------	---	----------	------

01.12	Oblouk (REMAK nedodává)	OBLV 40-20/90	NOTRMK	1	0 Kč	0,0
-------	-------------------------	---------------	--------	---	------	-----

součet					68 589 Kč
+10% na spojovací díly					
celkem					75 448 Kč

REMAK - řídící jednotka VCB a její funkce



Přesnost a komfort regulačního procesu, intuitivní ovládání

OEM regulátor Siemens RWD zajišťuje vysokou přesnost regulace. Ovládací a řídicí modul LORZJ 2 zajišťuje snadné ovládání a nastavení parametrů pro automatický i manuální provoz.

Funkce, ochrany a ovládání

Základní funkce

- Spouštění zařízení
- Ovládání výkonu (otáček) ventilátorů
- Ovládání uzavíracích klapek a klapky obtoku deskového rekuperátoru
- Regulace elektrického ohřevu
- Regulace vodního ohřevu
- Regulace chlazení (přímé i vodní)
- Připojení teplotních čidel a provozních snímačů
- Provozní a poruchové signalizační hlášení

Protimrazová ochrana vodního ohřivače

- Protimrazová ochrana chrání ohřivač před zamrznutím v důsledku poklesu venkovní teploty pod bod mrazu
- Snímání teploty vratné vody ohřivače
- Snímání teploty přívodního vzduchu za ohřivačem
- Temperaci výměníku při startu jednotky
- Zpožděné spouštění ventilátorů
- Hlídání poruchy teplotních čidel a vypnutí jističů čerpadla
- Zastavení činnosti zařízení při hrozící zámraze ohřivače

Ochrana elektrického ohřivače

- Vypnutí ohřivače při překročení bezpečné teploty
- Vychlazení elektrických ohřivačů zpožděným vypnutím ventilátorů

Ochrana elektromotorů ventilátorů

- Samostatný vstup pro termokontakty
- Vyhodnocení rozpojení termokontakť (přehřátí, resp. přetížení) ve vinutí elektromotoru
- Následné zastavení jednotky
Pokud motory nejsou vybaveny termokontakty je ochrana provedena motorovým spínačem.

Instalace, spouštění, provoz

Instalace

- Jednotky se montují přímo na zeď. V některých případech mohou být částečně zapuštěny pod omítkou.
- Zapojení kabeláže do označených svorek je velmi rychlé a snadné a snižuje čas a náklady na montáž.
- Všechna nastavení se provádějí přímo na řídicí jednotce. Žádný další přístroj není potřeba. Odpadají tak náročné a drahé nastavování na místě instalace.

Snadné spouštění

- Jednotky jsou parametrizovány ve výrobě dle specifikace zadavatele a lze je po připojení okamžitě uvést do provozu.

Ekonomický provoz

- Možnost využití komfortního a útlumového teplotního režimu a provozních korekcí zajistí nejen optimální prostředí, ale také šetří provozní náklady.
- Pro zajištění úsporného provozu lze, dle požadavku, jednotku vybavit ovládaním výkonu ventilátorů (musí být regulovatelné).
- Útlumová teplota a útlumový chod (otáčky) jsou vzájemně nezávisle nastavitelné.

Uživatelská přívětivost

- Snadné a komplexní ovládání jednotky umožňují dva přehledné displeje a třítlačítkové klávesnice nebo zcela jednoduché vzdálené ovládání.
- Prostřednictvím vzdálených ovladačů mohou řídicí jednotky, resp. vzduchotechnické zařízení, obsluhovat přímo v provozech i nekvalifikované osoby (pouze v některých parametrech).

SIEMENS Synco living – jednotlivé části systému

V systému Synco™ living mohou být použity tyto přístroje nebo jejich kombinace:

<u>QAX913</u>	Centrální jednotka - vytápění, chlazení, TUV, spínací skupiny, dohled, měření spotřeby
<u>QAX903</u>	Centrální jednotka - vytápění, chlazení, měření spotřeby
<u>QAX910</u>	Centrální jednotka - vytápění, TUV, spínací skupiny, dohled (v nabídce do konce roku 2011)
<u>SSA955</u>	Regulační servopohon otopného tělesa
<u>QAW910</u>	Prostorová jednotka
<u>QAA910</u>	Prostorové teplotní čidlo
<u>QAC910</u>	Meteorologické čidlo
<u>RRV912</u>	Regulátor topných okruhů, řídí jeden 3-polohový nebo dva 2-polohové pohony regulačních ventilů
<u>RRV918</u>	Regulátor topných okruhů, řídí až osm 2-polohových pohonů
<u>RRV934</u>	Regulační modul, řídí až 3 stupně ventilace a bypass rekuperace nebo 2 nezávislé skupiny místností. Univerzální vstupy a výstupy.
<u>WRI982</u>	Modul pro připojení měřičů spotřeby (pouze pro QAX913 a QAX903)
<u>AFK914/C01</u>	Bezdrátový dálkový ovladač - klíčenka (pouze pro QAX913)
<u>QFP910</u>	Detektor úniku vody (pouze pro QAX913)
<u>ERF910</u>	Zesilovač rádiového signálu (RF opakovač)
<u>KRF960</u>	Bezdrátový zásuvkový adaptér, spínač (pouze pro QAX910 a QAX913)
<u>KRF961</u>	Bezdrátový zásuvkový adaptér, stmívač (pouze pro QAX910 a QAX913)
<u>ZN1CL-IRSC</u>	Infračervený modul ZENNiO pro řízení klimatizačních split jednotek
<u>OZW772</u>	Web server pro dálkové ovládání přes internet

TECO, a.s.: cenová nabídka rozšíření 1



Nabídka vydaná NAB-2012-101-000035

List č. 1

Dodavatel

Teco a.s.
Havličkova 260
280 58 Kolín IV
IČO 46357301 DIČ CZ46357301

Odběratel

Technická univerzita v Liberci, katedra
Studentská 2
461 17 Liberec I
IČO 46747885 DIČ CZ46747885

Vážení,
tímto vám činíme cenovou nabídku na níže uvedené položky.

Platnost nabídky do: **31.5.2012**

Datum nabídky **30.3.2012**

Způsob úhrady	Převodem	Nabídku pro Vás zpracoval	<i>Šmucr Tomáš</i>
Způsob dopravy	Poštou	Předpokládané datum plnění	
Dodací podmínky	EXW	Ceny položek uvedeny v:	Bez daně

Kód zboží	Název zboží	Množství	MJ	Cena za	Sazba DPH %	Cena celkem
TXN 110 06	CP-1006, CPU, ETH100/10, 1xRS232, 1xSCH, 13xAI/DI, 1xHSC, 1x DI/230V, 2xAO, 10xRO, 2xSSR, 1xCIB	1,00	ks	11 475,00	20	11 475,00
TXN 116 04	IT-1604, 8xAI: 16bit, 4-20mA, 0-10V, Ni1000, 2xAO: 10 bit/0+10 V, GO	1,00	ks	4 718,00	20	4 718,00
TXN 112 04	UC-1204; Open Therm, komunikační modul pro připojení kotlů	1,00	ks	2 975,00	20	2 975,00
8020102275	DR-60-24 Napájecí zdroj 230VAC/24VDC, 2.5A ve 4M krabici	1,00	ks	927,00	20	927,00
TXF 689 90	MOSAIC Single Licence Foxtrot	1,00	ks	941,00	20	941,00
TA-E/20	Vodoměr na teplou vodu 3/4" s impulzním výstupem, stavební délka 130mm, průtok 2,5m3/hod, třída B, kabel 0,5m	3,00	ks	560,00	20	1 680,00

Cena celkem bez DPH	CZK	22 716,00
Celkem DPH	CZK	4 543,20

Cena celkem s DPH CZK 27 259,20

Doplňující informace a poznámky

V objednávce uvádějte číslo této nabídky. V opačném případě bude objednávka vyřízena bez vazby na tuto nabídku.

TECO, a.s.: cenová nabídka rozšíření 2



Nabídka vydaná NAB-2012-101-000035

List č. 1

Dodavatel

Teco a.s.
Havlíčkova 260
280 58 Kolín IV
IČO 46357301 DIČ CZ46357301

Odběratel

Technická univerzita v Liberci, katedra
Studentská 2
461 17 Liberec I
IČO 46747885 DIČ CZ46747885

Vážení,
tímto vám činíme cenovou nabídku na níže uvedené položky.

Platnost nabídky do: **29.6.2012**

Datum nabídky 30.3.2012

Způsob úhrady	Převodem	Nabídku pro Vás zpracoval	Šmucr Tomáš
Způsob dopravy	Poštou	Předpokládané datum plnění	
Dodací podmínky	EXW	Ceny položek uvedeny v:	Bez daně

Kód zboží	Název zboží	Množství	MJ	Cena za	Sazba DPH %	Cena celkem
TXN 110 06	CP-1006, CPU, ETH100/10, 1xRS232, 1xSCH, 13xAI/DI, 1xHSC, 1x DI/230V, 2xAO, 10xRO, 2xSSR, 1xCIB	1,00	ks	11 475,00	20	11 475,00
TXN 116 04	IT-1604, 8xAI: 16bit, 4-20mA, 0-10V, NI1000, 2xAO: 10 bit/0+10 V, GO	1,00	ks	4 718,00	20	4 718,00
TXN 112 03	UC-1203; MP-bus, komunikační modul pro servopohony Belimo	1,00	ks	2 975,00	20	2 975,00
8020102275	DR-60-24 Napájecí zdroj 230VAC/24VDC, 2.5A ve 4M krabici	1,00	ks	927,00	20	927,00
TXF 689 90	MOSAIC Single Licence Foxtrot	1,00	ks	941,00	20	941,00
TA-E/20	Vodoměr na teplou vodu 3/4" s impulzním výstupem, stavební délka 130mm, průtok 2,5m3/hod, třída B, kabel 0,5m	3,00	ks	560,00	20	1 680,00
8020102639	P12PA-120, Teplotní čidlo Pt1000, - 30...+250°C, kanálové pro VZT, IP65, délka: 120 mm, včetně příruby	5,00	ks	689,00	20	3 445,00
8020102630	SK2PA-2SS-1, Teplotní čidlo Pt1000/3859ppm, průměr 6x60mm, nerez, 1m-kabel MCBE-AFEP-2x0.22, IP67, - 40...200°C	5,00	ks	285,00	20	1 425,00
8020102826	Klapkový pohon Belimo	3,00	ks	6 699,00	20	20 097,00
8020102827	Adaptér Bola (Plech + trn na směšovací armaturu ESBE pro pohon typ NM-A)	3,00	ks	395,00	20	1 185,00
TAN 131 57	Telemech.jednotka TMF30	1,00	ks	50 000,00	20	50 000,00
Cena celkem bez DPH		CZK				98 868,00
Celkem DPH		CZK				19 773,60

Cena celkem s DPH CZK 118 641,60

Doplňující informace a poznámky

V objednávce uvádějte číslo této nabídky. V opačném případě bude objednávka vyřízena bez vazby na tuto nabídku.